DOCUMENT RESUME

ED 388 503 SE 056 532

TITLE	Physics 20-30: Program of Studies.
INSTITUTION	Alberta Dept. of Education, Edmonton. Curriculum Branch.
PUB DATE	31 May 94
NOTE	145p.; For related documents, see SE 056 501-504.
PUB TYPE	Guides - Classroom Use - Teaching Guides (For Teacher) (052) -- Multilingual/Bilingual Materials (171)
LANGUAGE	English; French
EDRS PRICE	MF01/PC06 Plus Postage.
DESCRIPTORS	Conservation (Concept); Electricity; Foreign Countries; Gravity (Physics); High Schools; *Interdisciplinary Approach; Light; Mechanics (Physics); Motion; *Physics; *Science and Society; *Science Curriculum; Science Education; *Student Centered Curriculum; Technology
IDENTIFIERS	Alberta; Kinematics

ABSTRACT

Presented in English and French, Physics 20-30 is an academic program that helps students better understand and apply fundamental concepts and skills. The major goals of the program are: (1) to develop in students an understanding of the interconnecting ideas and principles that transcend and unify the natural science disciplines; (2) to provide students with an enhanced understanding of the scientific world view, inquiry, and enterprise; (3) to help students attain the level of scientific awareness essential for all citizens in a scientifically literate society; (4) to help students make informed decisions about further studies and careers in science; and (5) to provide students with opportunities for acquiring knowledge, skills, and attitudes that contribute to personal development. This booklet includes information on general and specific learner expectations and units on: kinematics and dynamics; circular motion and gravitation, mechanical waves, light, conservation laws, electric forces and fields, magnetic forces and fields, and the nature of matter. Each unit outlines the major concepts and the understanding, skills, and interrelationships among science, technology, and society that students should be able to demonstrate. (JRH)

****
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
****

ED 388 503

Physics 20–30
Program of Studies

PERMISSION TO REPRODUCE THIS
MATERIAL HAS BEEN GRANTED BY
Christina Andrews

TO THE EDUCATIONAL RESOURCES
INFORMATION CENTER (ERIC)

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
Office of Educational Research and Improvement
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION
CENTER (ERIC)
☒ This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.
☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality.
• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official OERI position or policy.

Curriculum Standards Branch
Interim
May 31, 1994

Alberta
EDUCATION

BEST COPY AVAILABLE

SCIENCE

VISION STATEMENT: SENIOR HIGH SCIENCE PROGRAMS

The senior high science programs will help all students attain the scientific awareness needed to function as effective members of society. Students will be able to pursue further studies and careers in science, and come to a better understanding of themselves and the world around them. The same framework was used for the development of all the senior high science programs, including Science 10, Biology 20–30, Chemistry 20–30, Physics 20–30 and Science 20–30. The expected student knowledge, skills and attitudes are approached from a common philosophical position in each science course.

In the senior high science programs, students focus on learning the big interconnecting ideas and principles. These ideas, or major themes, originate from science knowledge that transcends and unifies the natural science disciplines. These themes include change, diversity, energy, equilibrium, matter and systems; the process by which scientific knowledge is developed, including the role of experimental evidence; and the connections among science, technology and society. In addition to forming a framework for the curriculum, these ideas provide continuity with the junior high program and build on students' previous learning.

The senior high science programs place an increased emphasis on developing methods of inquiry that characterize the study of science. For example, students will further their ability to ask questions, investigate and experiment; gather, analyze and assess scientific information; and test scientific principles and their applications. They will develop their problem-solving ability and use technology. By providing students with opportunities to develop and apply these skills, they will better understand the knowledge they have acquired.

Students will be expected to show an appreciation for the roles of science and technology in understanding nature. They will possess enthusiasm and positive attitudes toward science and maintain a lifelong interest in science.

The learning context is an integral part of the senior high science programs. It will foster the expected attitudes in students, further the development of students' skills and increase students' understanding of science knowledge, science process, and the connections among science, technology and society. The context for learning will be relevant so students will experience science as interesting and dynamic. Learning opportunities will be made meaningful by providing concrete experiences that students can relate to their world.

The senior high science programs place students at the centre. Students are active learners and will assume increased responsibility for their learning. They will appreciate the value of teamwork and make a positive contribution when working with others to solve problems and complete tasks.

PHYSICS 20–30

A. PROGRAM RATIONALE AND PHILOSOPHY

Physics is the study of matter and energy and their interactions. Through the study of physics, learners are given an opportunity to explore and understand the natural world and to become aware of the profound influence of physics in their lives. Learning is facilitated by relating the study of physics to what the learners already know, deem personally useful and consider relevant. Learning proceeds best when it originates from a base of concrete experiences presenting an authentic view of science in the context of physics. In Physics 20–30, students learn physics in relevant contexts and engage in meaningful activities. This facilitates the transfer of knowledge to new contexts. Students are encouraged to participate in lifelong learning about physics and to appreciate it as a scientific endeavour with practical impact on their own lives and on society as a whole.

Physics, as with all sciences, is an experimental discipline requiring creativity and imagination. Methods of inquiry characterize its study. In Physics 20–30, students further develop their ability to ask questions, investigate and experiment; to gather, analyze and assess scientific information; and to test scientific laws and principles and their applications. In the process, students exercise their creativity and develop their critical thinking skills. Through experimentation, problem-solving activities and independent study, students develop an understanding of the processes by which scientific knowledge evolves.

The Physics 20–30 program places students at the centre. Students are active learners and will assume increased responsibility for their learning as they work through the program. A thorough study of physics is required to give students an understanding that encourages them to make appropriate applications of scientific concepts to their daily lives and prepares them for future studies in physics. Students are expected to participate actively in their own learning. An emphasis on the key concepts and principles of physics provides students with a more unified view of the sciences and a greater awareness of the connections among them.

These science learnings will take varying amounts of time to acquire, depending on the individual learning styles and abilities of students. While each course is designed for approximately 125 hours, instructional time can be modified to meet the individual needs of students. Some students will require more than 125 hours, while others will require less.

GOALS

The major goals of the Physics 20–30 program are:

- to develop in students an understanding of the interconnecting ideas and principles that transcend and unify the natural science disciplines

- to provide students with an enhanced understanding of the scientific world view, inquiry and enterprise

- to help students attain the level of scientific awareness essential for all citizens in a scientifically literate society

- to help students make informed decisions about further studies and careers in science

- to provide students with opportunities for acquiring knowledge, skills and attitudes that contribute to personal development.

Physics 20–30 is an academic program that helps students better understand and apply fundamental concepts and skills. The focus is on helping students understand the physics principles behind the natural events they experience and the technology they use in their daily lives. The program encourages enthusiasm for the scientific enterprise and develops positive attitudes about physics as an interesting human activity with personal meaning. It develops in students the knowledge, skills and attitudes to help them become capable of, and committed to, setting goals, making informed choices and acting in ways that will improve their own lives and life in their communities.

B. GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The general learner expectations outline the many facets of scientific awareness and serve as the foundation for the specific learner expectations covered in section C. The general learner expectations are developed in two categories: *program* expectations and *course* expectations.

PROGRAM GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The *program* general learner expectations are broad statements of science attitudes, knowledge, skills and science, technology and society (STS) connections that students are expected to achieve in all of the senior high school science programs. These *program* general learner expectations are further refined through the *course* general learner expectations and then developed in specific detail through the study of individual units in each of Physics 20 and Physics 30. All expectations follow a progression from Science 10 through to Physics 30, and though listed separately, are meant to be developed in conjunction with one another, within a context.

ATTITUDES

Students will be encouraged to develop:

- enthusiasm for, and a continuing interest in, science
- affective attributes of scientists at work; such as, respect for evidence, tolerance of uncertainty, intellectual honesty, creativity, perseverance, cooperation, curiosity and a desire to understand
- positive attitudes toward scientific skills involving mathematics, problem solving and process skills
- open-mindedness and respect for the points of view of others
- sensitivity to the living and nonliving environment
- appreciation of the roles of science and technology in our understanding of the natural world.

KNOWLEDGE

Science Themes

Students will be expected to demonstrate an understanding of themes that transcend the discipline boundaries, and show the unity among the natural sciences, including:

- Change: how all natural entities are modified over time, how the direction of change might be predicted and, in some instances, how change can be controlled
- Diversity: the array of living and nonliving forms of matter and the procedures used to understand, classify and distinguish those forms on the basis of recurring patterns
- Energy: the capacity for doing work that drives much of what takes place in the Universe through its variety of interconvertible forms
- Equilibrium: the state in which opposing forces or processes balance in a static or dynamic way
- Matter: the constituent parts, and the variety of states of the material in the physical world
- Systems: the interrelated groups of things or events that can be defined by their boundaries and, in some instances, by their inputs and outputs.

SKILLS

Students will be expected to develop an ability to use thinking processes associated with the practice of science for understanding and exploring natural phenomena, problem solving and decision making. Students will also be expected to use teamwork, respect the points of view of others, make reasonable compromises, contribute ideas and effort, and lead when appropriate to achieve the best results. These processes involve many skills that are to be developed within the context of the program content.

The skills framework presented here assumes that thinking processes often begin with an unresolved problem or issue, or an unanswered question. The problem, issue or question is usually defined and hypotheses formulated before information gathering can begin. At certain points in the process, the information needs to be organized and analyzed. Additional ideas may be generated—for example, by prediction or inference—and these new ideas, when incorporated into previous learning, can create a new knowledge structure. Eventually, an outcome, such as a solution, an answer or a decision is reached. Finally, criteria are established to judge ideas and information in order to assess both the problem-solving process and its outcomes.

The following skills are not intended to be developed sequentially or separately. Effective thinking appears to be nonlinear and recursive. Students should be able to access skills and strategies flexibly; select and use a skill, process or technology that is appropriate to the task, and monitor, modify or replace it with a more effective strategy.

- Initiating and Planning
  - identify and clearly state the problem or issue to be investigated
  - differentiate between relevant and irrelevant data or information
  - assemble and record background information
  - identify all variables and controls
  - identify materials and apparatus required
  - formulate questions, hypotheses and/or predictions to guide research
  - design and/or describe a plan for research, or to solve a problem
  - prepare required observation charts or diagrams, and carry out preliminary calculations
- Collecting and Recording
  - carry out the procedure and modify, if necessary
  - organize and correctly use apparatus and materials to collect reliable data
  - observe, gather and record data or information accurately according to safety regulations; e.g., Workplace Hazardous Materials Information System (WHMIS), and environmental considerations
- Organizing and Communicating
  - organize and present data (themes, groups, tables, graphs and flow charts) in a concise and effective form
  - communicate data more effectively, using mathematical and statistical calculations, where necessary
  - express measured and calculated quantities to the appropriate number of significant digits, using SI notation for all quantities
  - communicate findings of investigations in a clearly written report
- Analyzing
  - analyze data or information for trends, patterns, relationships, reliability and accuracy
  - identify and discuss sources of error and their affect on results
  - identify assumptions, attributes, biases, claims or reasons
  - identify main ideas
- Connecting, Synthesizing and Integrating
  - predict from data or information, and determine whether or not these data verify or falsify the hypothesis and/or prediction

- formulate further testable hypotheses supported by the knowledge and understanding generated
- identify further problems or issues to be investigated
- identify alternative courses of action, experimental designs, and solutions to problems for consideration
- propose and explain interpretations or conclusions
- develop theoretical explanations
- relate the data or information to laws, principles, models or theories identified in background information
- propose solutions to a problem being investigated
- summarize and communicate findings
- decide on a course of action

- Evaluating the Process or Outcomes

  - establish criteria to judge data or information
  - consider consequences and biases, assumptions and perspectives
  - identify limitations of the data or information, and interpretations or conclusions, as a result of the experimental/research/project/design process or method used
  - evaluate and suggest alternatives and consider improvements to the experimental technique and design, the decision-making or the problem-solving process
  - evaluate and assess ideas, information and alternatives

CONNECTIONS AMONG SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY

Science, Technology and Society (STS)

Students will be expected to demonstrate an understanding of the processes by which scientific knowledge is developed, and of the interrelationships among science, technology and society, including:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the limitations of scientific knowledge and technology
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

FURTHER READING

For a more detailed discussion on how to integrate thinking and research skills into the science classroom, refer to the Alberta Education publications: *Teaching Thinking: Enhancing Learning,* 1990 and *Focus on Research: A Guide to Developing Students' Research Skills,* 1990.

For further reading on integrating science, technology and society into the classroom, refer to the Alberta Education publication: *STS Science Education: Unifying the Goals of Science Education,* 1990.

COURSE GENERAL LEARNER EXPECTATIONS

The *course* general learner expectations are specific to each of Physics 20 and Physics 30 providing a bridge between the *program* general learner expectations and the specific learner expectations for each unit of study.

The attitudes expectations refer to those predispositions that are to be fostered in students. These expectations encompass attitudes toward science, the role of science and technology, and the contributions of science and technology toward society. The knowledge expectations are the major physics concepts in each course. The skills expectations refer to the thinking processes and abilities associated with the practice of science, including understanding and exploring natural phenomena, and problem solving. The connections among science, technology and society expectations focus on the processes by which scientific knowledge is developed and on the interrelationships among science, technology and society.

The last *course* expectation links together the study of physics, careers, everyday life and subsequent studies.

Although itemized separately, the attitudes, knowledge, skills and STS connections are meant to be developed together within one or more of the contexts listed.

Physics 20–30

Attitudes

Students will be encouraged to:

- appreciate the role of empirical evidence and models in science, and accept the uncertainty in explanations and interpretations of observed phenomena
- value the curiosity, openness to new ideas, creativity, perseverance and cooperative hard work required of scientists, and strive to develop these same personal characteristics
- appreciate the role of science and technology in advancing our understanding of the natural world, be open-minded and respectful of other points of view when evaluating scientific information and its applications, and appreciate that the application of science and technology by humankind can have both beneficial and harmful effects and can cause ethical dilemmas
- show a continuing interest in science, appreciate the need for computational competence, problem-solving and process skills when doing science, and value accuracy and honesty when communicating the results of problems and investigations
- appreciate the simplicity of, and similarity among, scientific explanations for complex, physical phenomena.

Physics 20

Students will be able to:

Knowledge

- compare and contrast scalar and vector quantities; and apply the concept of field to quantitatively explain, in terms of its source, direction and intensity, the gravitational effects of objects and systems
- describe, quantitatively, analyze and predict mechanical energy transformations, using the concepts of conservation of energy, work and power
- describe, quantitatively, analyze and predict motion with constant velocity, constant acceleration and uniform circular motion of objects and systems, using the concepts of kinematics, dynamics, Newton's laws of motion and the law of universal gravitation
- use the principles of simple harmonic motion and energy conservation to relate the concepts of uniform linear and circular motion to the behaviour and characteristics of mechanical waves
- describe, quantitatively, analyze and predict the behaviour of light, using the concepts of geometric and wave optics, and graphical and mathematical techniques

Skills

- perform investigations and tasks of their own and others' design that have a few variables and yield direct or indirect evidence; and provide explanations based upon scientific theories and concepts

- collect, verify and organize data into tables of their own design, and graphs and diagrams of others' design, using written and symbolic forms; and describe findings or relationships, using scientific vocabulary, notation, theories and models

- analyze and interpret data that yield straight- and curved-line graphs; and use appropriate SI notation, fundamental and derived units, and formulas; and determine new variables, using the slopes of, and areas under graphs, plot corresponding graphs, and derive mathematical relationships among the variables

- use mathematical language of ratio and proportion, numerical and algebraic methods, two-dimensional vector addition in one plane, and unit analysis to solve single- and multi-step problems; and communicate scientific relationships and concepts

Connections Among Science, Technology and Society

- apply cause and effect reasoning to formulate simple relationships for a given instance in which scientific evidence shapes or refutes a theory; and describe the limitations of science and technology in answering all questions and solving all problems, using relevant and appropriate examples

- describe and explain the design and function of technological solutions to practical problems, using scientific principles; and relate the ways in which physics and technology advance one another, using appropriate and relevant examples

- explain for a given instance how science and technology are influenced and supported by society, and the responsibility of society, through physics and technology, to protect the environment and use natural resources wisely

- identify subject-related careers and apply the skills and knowledge acquired in Physics 20 to everyday life and to related and new concepts in subsequent studies of physics.

Physics 30

Students will be able to:

Knowledge

- compare and contrast scalar and vector quantities and fields; and apply the concept of field to quantitatively explain, in terms of their source, direction and intensity, gravitational, electric and magnetic effects on objects and systems

- explain, quantitatively, analyze and predict physical interactions among objects and systems, using the concepts of conservation of energy and momentum

- describe, quantitatively, analyze and predict the behaviour of electric charges in electric and/or magnetic fields, using the principles of kinematics, dynamics, conservation of energy and electric charge, electrostatics and electromagnetism

- explain, quantitatively, analyze and predict the motor and generator effect involving a single conductor; and use relevant electromagnetic principles to explain the design and function of simple electric motors, generators, meters, transformers and other simple electromagnetic devices

- illustrate, using biophysical, industrial and other examples, technological applications of electromagnetic theories and effects; and describe, quantitatively, analyze and predict the functioning of simple resistive direct current circuits, using Ohm's law and Kirchhoff's rules

- explain, quantitatively, the characteristics and behaviours of the various constituents of the electromagnetic spectrum, and algebraically solve problems, using the relationship among speed, wavelength and frequency of electromagnetic waves

- explain, citing empirical evidence, the development of an atomic theory contingent upon wave–particle duality of matter and statistical probability and its technological application

Skills

- perform and evaluate investigations and tasks of their own and others' design that have multiple variables and yield direct or indirect evidence; and provide explanations and interpretations, using scientific theories and concepts

- collect, verify and organize data into tables, graphs and diagrams of their own design, using written and symbolic forms; and describe findings or relationships and make predictions, using scientific vocabulary, notation, theories and models

- analyze, interpret and evaluate data that yield straight- and curved-line graphs; and use appropriate SI notation, fundamental and derived units, and formulas; and determine new variables using the slopes of, and areas under graphs, plot corresponding graphs, and use curve-straightening techniques to infer mathematical relationships among the variables

- use mathematical language of ratio and proportion, numerical and algebraic methods, two-dimensional vector addition in one plane, unit analysis, and derived algebraic algorithms to solve multi-step, nonroutine problems; and communicate scientific relationships and concepts

Connections Among Science, Technology and Society

- apply cause and effect reasoning to formulate relationships for a range of instances in which scientific evidence shapes or refutes a theory; and explain the limitations of science and technology in answering all questions and solving all problems, using appropriate and relevant examples

- describe and evaluate the design and function of technological solutions to practical problems, using scientific principles or theories; and relate the ways in which physics and technology advance one another, using appropriate and relevant examples

- explain and evaluate for a given instance, and from a variety of given perspectives, how science and technology are influenced and supported by society; and assess the ability and responsibility of society, through physics and technology, to protect the environment and use natural resources wisely

- identify subject-related careers and apply the skills and knowledge acquired in Physics 30 to everyday life and to related and new concepts in post-secondary studies of physics.

C. SPECIFIC LEARNER EXPECTATIONS

LEARNING CYCLE

The specific learner expectations consist of the knowledge, skills and attitudes that are to be addressed in Physics 20–30. The use of the learning cycle allows students to progress from:

- an introduction framing the lesson in an STS connection relevant to the lives of the learners, and makes connections between past and present learning experiences, as well as anticipates activities to focus students' thinking on the learning outcomes of the activity, to
- the experiential exploration of new content that provides students with a common base of experiences within which they identify and develop key concepts, processes and skills, through
- a hypothesis-building phase where concepts are developed to describe a particular aspect of their experiential exploration, and opportunities are provided to communicate their conceptual understanding, or demonstrate their skills or behaviours, to
- an elaboration phase that extends understanding of key concepts and allows further opportunities to practise desired skills and problem-solving strategies, to
- an application phase where the hypotheses, vocabulary and patterns previously developed are applied to new situations and related to key concepts and principles of science, to
- a final evaluation of the significance of the new learning in an STS context to assess their understanding and abilities, and provide opportunities for teachers to evaluate student progress toward achieving the curriculum standards.

In physics, students examine phenomena in a variety of topics to show the relationships among the sciences. Wherever possible, examples should be framed in the context of the learners' own experiences to enable them to make the connections between scientific knowledge and the society around them, the technology that societies have developed, and the nature of science itself.

PROGRAM OVERVIEW

The Physics 20–30 program emphasizes the science themes: *change*, *diversity*, *energy*, *equilibrium*, *matter* and *systems* as they relate to physics. These themes provide a means of showing the connections among the units of study in both courses of the program, and provide a framework for teachers to show students how individual sections of the program relate to the big ideas of science.

In addition to developing a solid understanding of fundamental science concepts and principles, Physics 20–30 has the goal of educating students about the nature of science and technology, and the interaction between physics and technology. Students must be aware of the tremendous impact of physics and associated technology on society, but at the same time they must be aware of the roles and limitations of the physical sciences, science in general, and of technology in problem solving in a societal context.

PHYSICS 20

Energy is the science theme common to all units in Physics 20, with *change* and *matter* playing a subordinate role. *Energy* in its many forms causes *change* and determines the kind of change *matter* undergoes.

The major concepts allow connections to be drawn among the four units of the course and among all eight units in the two courses in the program.

Physics 20 consists of four units of study:

Unit 1: Kinematics and Dynamics
Unit 2: Circular Motion and Gravitation
Unit 3: Mechanical Waves
Unit 4: Light.

An examination of motion and the causes of motion emphasizes the science theme of *change* in Unit 1. In Unit 2, the principles of motion are extended to circular motion, and lead into an investigation of gravitation. Unit 3 considers the transfer of *energy* by means of mechanical waves, and the characteristics of waves are studied in the context of sound. Unit 4 focuses on the nature of light, a visible form of *energy*.

PHYSICS 30

The diversity of *energy* and *matter* are the predominant themes of the Physics 30 course.

The major concepts allow connections to be drawn among the four units for the course and among all eight units in the two courses in the program.

Physics 30 consists of four units of study:

Unit 1: Conservation Laws
Unit 2: Electric Forces and Fields
Unit 3: Magnetic Forces and Fields
Unit 4: Nature of Matter.

Physics 30 expands upon the concepts and skills introduced in Science 10 and Physics 20. In Unit 1, students emphasize the science theme of *equilibrium*, as exemplified by the fundamental phenomenon of conservation in the physical universe. In Unit 2, the electrical nature of *matter* is examined. Unit 3 investigates the magnetic nature of *matter*, and electromagnetic interactions and technological applications. In Unit 4, the quantum concept of *energy* and *matter* is investigated via the study of the electric nature of the atom, the photoelectric effect and the wave–particle duality of radiation; as well, the applications of nuclear energy and the radioactive nature of the atom are studied in this unit.

PHYSICS 20

UNIT 1
KINEMATICS AND DYNAMICS

OVERVIEW

Science Themes: *Change, Energy* and *Systems*

In Unit 1, students investigate *change* in position and velocity of objects and *systems* in a study of kinematics. The investigation of dynamic phenomena demonstrates that a *change* in *energy* is the manifestation of the effect of forces on the motion of objects and *systems*.

This unit extends the study of motion first introduced in Science 7, Unit 3: Force and Motion, and further developed in Science 10, Unit 4: Change and Energy, to a formal study of uniform motion, uniform accelerated motion, Newton's laws of motion, and concludes with a formal introduction to mechanical *energy*, work and power. This unit provides a foundation for further study of mechanics in subsequent units and physics courses.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- *change* in the position and velocity of objects and *systems* can be described graphically and mathematically
- the concepts of dynamics explicitly relate forces to *change* in velocity
- work is a transfer of *energy*.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills and thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning
- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from physical interactions
- connecting, synthesizing and integrating to relate the data to the laws and principles of kinematics and dynamics.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the need for computational competence in quantifying motion, *energy*, work and power
- accept uncertainty in the descriptions and explanations of motion in the physical world
- be open-minded in evaluating potential applications of mechanical principles to new technology
- appreciate the role the principles of mechanics play in our everyday world
- appreciate the need for accurate and honest communication of all evidence gathered in the course of an investigation related to mechanical principles
- appreciate the need for empirical evidence in interpreting observed mechanical phenomena
- appreciate the restricted nature of evidence when interpreting the results of physical interactions.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. *Change* in the position and velocity of objects and *systems* can be described graphically and mathematically.	• the motion of objects and systems can be described in terms of displacement, time, velocity and acceleration, by extending from Science 10, Unit 4, the principles of one-dimensional motion, and by: • defining, operationally, and comparing and contrasting scalar and vector quantities • defining velocity as a change in position during a time interval • defining acceleration as a change in velocity during a time interval • comparing motion with constant velocity and variable velocity, and motion with constant acceleration and variable acceleration, average and instantaneous velocity • explaining uniform motion and uniformly accelerated motion, using position–time, velocity–time and acceleration–time graphs • applying the concepts of slope and area under a line or curve to determine velocity, displacement and acceleration from position–time and velocity–time graphs • explaining, quantitatively, two-dimensional motion, in horizontal or vertical planes, using vector components addition • explaining the uniform motion of objects, using algebraic and graphical methods, from verbal or written descriptions and mathematical data • explaining, quantitatively, the motion of one object relative to another object, using displacement and velocity vectors • using the delta notation correctly when describing change in quantities★ • using unit analysis to check the results of mathematical solutions.★

★ To be developed throughout the course.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the motion of objects and systems in terms of position, time, velocity and acceleration, and explaining uniform motion, using graphical, algorithmic and vector methods; and by gathering, and numerically and graphically analyzing relevant data to determine mathematical relationships among acceleration, displacement, velocity and time, within the context of:
• performing experiments to demonstrate the relationships among acceleration, displacement, velocity and time, using interval timers to gather the necessary data	• evaluating the design of structures and devices, such as roadway approaches and exit ramps, airport runways and carnival rides, in terms of kinematics principles
	OR
• inferring from a graphical analysis of empirical data the mathematical relationships among acceleration, displacement, velocity and time for uniformly accelerated motion	• analyzing the use of kinematics concepts in the synchronization of traffic lights
	OR
• analyzing empirical data graphically, using line-of-best-fit to discover mathematical relationships	• researching and reporting on the use of kinematics principles in traffic accident investigations
	OR
• performing experiments to determine the local value of the acceleration due to gravity.	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. The concepts of dynamics explicitly relate forces to *change* in velocity.	• changes in velocity are the result of a non-zero net force, by recalling from Science 7, Unit 3, the notions of force, inertia and friction, and by: • comparing and contrasting among mass, volume and weight • explaining how a force effects a change in motion • applying Newton's first law of motion to explain an object's state of rest or uniform motion • applying Newton's second law of motion, and using it to relate force, mass and acceleration • relating Newton's third law of motion to interaction between two objects, recognizing that the two forces, equal in magnitude and opposite in direction, act on different bodies • determining, quantitatively, the net or resultant force acting on an object, using vector components addition graphically and mathematically • applying Newton's laws of motion to solve, algebraically, linear motion problems in horizontal, vertical and inclined planes, near the surface of Earth (whenever friction is included, only the resistive effect of the force of friction is considered) • solving projectile motion problems near the surface of Earth, ignoring air resistance.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding changes in velocity in terms of non-zero net forces, and applying Newton's laws of motion to explain, and quantitatively solve, linear motion problems; and by performing experiments to gather and mathematically analyze data relevant to dynamics problems, within the context of:
• performing experiments to determine the relationships among acceleration, force and mass, using interval timers to gather the necessary data	• explaining the movement of passengers in a vehicle changing speed and/or direction, in terms of the law of inertia OR
• using free-body diagrams in organizing and communicating the solutions of dynamics problems.	• assessing the design and use of injury prevention devices in cars and sports (business and industry) in terms of the principle of inertia and Newton's laws OR • evaluating the role of the principles of mechanics in solving practical problems and addressing societal needs when legal restrictions, such as seat belts and speed limits, are established OR • researching and reporting on the use of dynamics principles in traffic accident investigations OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Work is a transfer of *energy*.	• mechanical energy exchanges involve changes in kinetic and/or potential energy, by extending the mechanical energy concepts studied in Science 10, Unit 4, and by: • defining work as a measure of the mechanical energy transferred • defining, quantitatively, power as the rate of doing work • analyzing, quantitatively, mechanical energy transformations, using the law of conservation of mechanical energy.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and quantitatively analyzing mechanical energy transformations, using the concept of conservation of mechanical energy; and by investigating and illustrating the relationships among mechanical energy, work and power, using empirical evidence and algorithms, within the context of:
• performing experiments investigating the relationships among mechanical energy, work and power	• evaluating the design of energy transfer devices, such as simple household tools, elevators, escalators and ski lifts, in terms of the relationships among mechanical energy, work and power
• illustrating the relationships among mechanical energy, work and power, using empirical data and algorithms.	OR
	• investigating and reporting on careers, supported by societal needs and interests, that require an understanding and application of kinematics and dynamics
	OR
	• any other relevant context.

UNIT 2
CIRCULAR MOTION AND GRAVITATION

OVERVIEW

Science Themes: *Change, Energy, Equilibrium* and *Systems*

In Unit 2, students investigate *change* in motion and position of objects, and the dynamic *equilibrium* of planetary *systems*, in a study of circular motion and gravitation. Uniform circular motion is seen as an example of conservation of *energy*.

This unit extends the study of kinematics and dynamics from Unit 1 to uniform circular motion, an introduction to periodic motion. Two-dimensional vectors and Newton's laws are used to analyze and explain circular motion with uniform orbital speed. The concept of "field" is introduced to explain gravitational effects, and the role that the physical principles of circular motion had in the development of Newton's universal law of gravitation is examined. This unit provides a foundation for further study of mechanics and fields in subsequent units and physics courses.

The two **major concepts** developed in this unit are:

- Newton's laws of motion can be used to explain uniform circular motion
- gravitational effects extend throughout the Universe.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning
- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from physical interactions
- connecting, synthesizing and integrating to relate the data to the principles of uniform circular motion and gravitation.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the need for computational competence in quantifying motion and gravitational effects
- appreciate the fundamental role the principles of circular motion have in explaining observed artificial and natural phenomena
- appreciate the contribution made by Kepler, Newton and Cavendish to the development of Newton's universal law of gravitation
- accept uncertainty in the descriptions and explanations of circular motion and gravitation in the physical world
- be open-minded in evaluating potential applications of the principles of circular motion and gravitation to new technology
- appreciate the role the principles of circular motion and gravitation play in our everyday world.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Newton's laws of motion can be used to explain uniform circular motion.	• uniform circular motion requires a non-zero net force of constant magnitude, by:
	• describing uniform circular motion as a special case of two-dimensional motion
	• describing forces in circular motion as gravitational, frictional, electrostatic
	• explaining, quantitatively, that the acceleration in circular motion is centripetal
	• explaining, quantitatively, circular motion in terms of Newton's laws of motion
	• solving, quantitatively, circular motion problems, using algebraic and/or graphical vector analysis
	• explaining, quantitatively, the relationships among speed, frequency, period and circular motion
	• analyzing, quantitatively, the motion of objects moving with constant speed in horizontal or vertical circles near the surface of Earth.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding uniform circular motion and its relationship to Newton's laws of motion, and explaining and solving, quantitatively, circular motion problems, using algebraic and/or graphical vector analysis; and by determining, empirically, the relationships among net force acting on an object moving in uniform circular motion, frequency, mass, speed and path radius, within the context of:
• performing experiments to determine the relationships among the net force, acting on an object in uniform circular motion, frequency, mass, speed and path radius.	• analyzing the principles of a centrifuge and its applications to solve problems in industry and research OR • analyzing the motion of a car, moving through a curve with constant speed, in terms of Newton's laws as applied to uniform circular motion, friction and road banking OR • analyzing, in terms of Newton's laws as applied to uniform circular motion, the motion of carnival rides and playground equipment moving in horizontal or vertical circles OR • analyzing, qualitatively, the function of a potter's wheel, in terms of Newton's laws as applied to uniform circular motion OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Gravitational effects extend throughout the Universe.	• gravity is a universal effect, by:
	• explaining, qualitatively, how mechanical understanding of circular motion and Kepler's laws were used in the development of Newton's universal law of gravitation
	• explaining, qualitatively, the principles pertinent to the Cavendish experiment used to determine the gravitational constant, G
	• relating the universal gravitational constant to the local value of the acceleration due to gravity
	• predicting, quantitatively, changes in weight that objects experience on different planets
	• defining "field" as a concept explaining action at a distance, and applying it to describing gravitational effects
	• applying, quantitatively, Newton's second law, combined with the universal law of gravitation, to explain planetary and satellite motion, using the circular motion approximation
	• predicting the mass of a planet from the orbital data of a satellite in uniform circular motion
	• explaining, qualitatively, the shape of our solar system, and that of galaxies, in terms of Newton's laws of motion and Newton's law of gravitation.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that gravity is a universal effect, and defining "field" as a concept explaining action at a distance and applying it to describing gravitational effects, and explaining, quantitatively, planetary and satellite motion, using Newton's second law combined with Newton's universal law of gravitation and the circular motion approximation, within the context of:
• relating the gravitational force, using Newton's second law, to planetary and satellite motion problems.	• discussing and evaluating the potential applications of "microgravity" conditions in research and manufacturing to advance scientific and technological knowledge, and the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research OR • examining the functioning and applications of geosynchronous satellites to advance scientific and technological knowledge, and the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research OR • explaining the mass distribution in our solar system and/or the Universe in terms of chaos theory and gravitational attraction OR • assessing objectively, in terms of scientific principles and/or the needs, interests and support of society, the desirability of designing and building a space station, and evaluating the impact that living on a space station has on quality of life OR • any other relevant context.

UNIT 3
MECHANICAL WAVES

OVERVIEW

Science Themes: *Energy* and *Matter*

In Unit 3, students investigate the transmission of *energy* through *matter* by means of mechanical waves.

This unit uses a brief introduction to simple harmonic motion as a bridge from circular periodic motion to linear oscillation. The concepts of motion and *energy* are extended to the study of mechanical wave characteristics and behaviour. Sound is used as an example of a mechanical wave and to enhance understanding of wave behaviour and characteristics. This unit serves as a link between the kinematics and dynamics units and the unit on light.

The two **major concepts** developed in this unit are:

- many vibrations are simple harmonic
- waves are a means of transmitting *energy*.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning
- collecting and recording
- organizing and communicating data from observations of mechanical wave phenomena
- connecting, synthesizing and integrating to predict mechanical wave behaviour, from data or information.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the use of technology to solve practical problems
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the need for computational competence in quantifying wave behaviour and characteristics
- appreciate the fundamental role the principles of mechanical waves have in explaining observed artificial and natural phenomena
- accept uncertainty in the descriptions and explanations of wave phenomena in the physical world
- be open-minded in evaluating potential applications of mechanical wave principles to new technology
- appreciate the role the principles of mechanical waves play in our everyday world.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Many vibrations are simple harmonic.	• simple harmonic motion is used to describe mechanical wave motion, by:
	• defining simple harmonic motion as motion toward a fixed point, with an acceleration, due to a restoring force, that is proportional to the displacement from the equilibrium position
	• explaining, qualitatively, the relationships among displacement, acceleration, velocity and time, for simple harmonic motion, in terms of uniform circular motion
	• explaining, quantitatively, the relationships among kinetic, potential and total mechanical energies of a mass executing simple harmonic motion
	• defining resonance, and giving examples of mechanical and/or acoustical resonance
	• describing wave motion in terms of the simple harmonic motion of particles.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that simple harmonic motion links uniform circular motion to the characteristics of mechanical waves, and explaining and solving, using mathematical methods, simple harmonic motion problems; and by relating, from empirical evidence, frequency and period of a simple harmonic motion to the physical characteristics of a system, within the context of:
• designing and performing an experiment to demonstrate that simple harmonic motion can be observed in objects within certain limits, and relate the frequency and period of the motion to physical characteristics of the system; e.g., a mass on a light, vertical spring or a simple pendulum	• analyzing, qualitatively, in terms of scientific principles, dampening forces in real-life examples of simple harmonic motion; e.g., springs in vehicle suspensions, pendulum clocks, metronomes
	OR
• observing the phenomenon of mechanical and acoustical resonance	• analyzing seismic waves and their impact on structures on Earth's surface
	OR
• predicting and verifying the conditions required for mechanical resonance to occur.	• assessing the implications of resonance in the design of structures and devices with moving parts; e.g., cars, bridges, buildings
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Waves are a means of transmitting *energy*.	• energy from simple harmonic motion can be transmitted as a wave through a medium, by:
	• describing medium particle vibrations as the source of mechanical waves
	• comparing and contrasting energy transmission by matter that moves and by waves that move
	• explaining the characteristics of waves in terms of the direction of vibration of the medium particles in relation to the direction of propagation of the disturbance
	• defining and using the terms wavelength, amplitude, transverse and longitudinal, in describing waves
	• explaining how a wave travels with a speed determined by the characteristics of the medium
	• relating the frequency of a wave to the period of the source, and the speed of propagation to the frequency and wavelength
	• predicting, quantitatively, and verifying, the effects of changing one, or a combination, of the variables in the relationship $v=f\lambda$
	• explaining the behaviour of waves at medium boundaries; e.g., reflection and refraction at "open" and "closed" ends
	• predicting the resultant displacement when two waves interfere
	• explaining the Doppler effect on a stationary observer with a moving source, and a moving observer with a stationary source.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that mechanical waves are a means of transmitting energy through a medium, and describing and explaining wave characteristics and behaviour, such as reflection, refraction, interference, resonance and the Doppler effect, using appropriate terms; and by gathering and analyzing empirical evidence describing the behaviour and characteristics of mechanical waves, within the context of:
• determining the speed of a water wave in a ripple tank or a wave pulse travelling along a stretched spring, flexible coil or rope • observing the phenomena of reflection, refraction, diffraction and interference of mechanical waves • drawing a diagram of the resultant wave, when two waves interfere, using the principle of superposition • designing and performing experiments to measure the speed of sound in air, using resonance in an air column that is closed at one end • identifying the differences between sounds, such as loudness, pitch and quality.	• investigating the application of acoustical phenomena, and other wave behaviour and characteristics, to solve practical problems in recreational, medical, industrial and research technology, and the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research; e.g., sonar, ultrasound, sonography, radar, pipe organs, wind and brass instruments OR • assessing the impact of noise and sound in our daily lives, and evaluating the design and functioning of noise reduction devices and their impact on the quality of life OR • investigating the requirements and potential of careers, supported by societal needs and interests, involving sound OR • any other relevant context.

UNIT 4
LIGHT

OVERVIEW

Science Themes: *Diversity* and *Energy*

In Unit 4, students investigate *diversity* and *energy*, in a study of the nature and behaviour of light.

This unit applies prior knowledge about the characteristics and behaviour of waves, in addition to the principles and methods of ray optics, to the phenomenon of light. The nature of science is particularly emphasized by the attention paid to the use of models in the development of a theory of light. This unit provides a foundation for the study of electromagnetic radiation and the photon model of light in Physics 30.

The two **major concepts** developed in this unit are:

- geometric optics is one model used to explain the nature and behaviour of light
- the wave model of light improves our understanding of the behaviour of light.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills and thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning
- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from observations of light phenomena, and identifying the limits of the data or information obtained
- connecting, synthesizing and integrating to relate the data to the behaviour and characteristics of light.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the limitations of scientific knowledge and technology
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate that models are modified, as new and/or conflicting evidence is presented
- appreciate the need for computational competence in quantifying the behaviour of light
- appreciate the fundamental roles of models in explaining observed natural phenomena
- accept uncertainty in the descriptions and explanations of the behaviour and nature of light
- be objective in evaluating potential applications of the principles of the nature of light to new technology
- appreciate the role the principles of the nature and behaviour of light play in our everyday world.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Geometric optics is one model used to explain the nature and behaviour of light.	• geometric optics can be used to explain observed phenomena of light, by:
	• citing evidence for the linear propagation of light
	• explaining a method of measuring the speed of light
	• calculating "c", given experimental data of various methods employed to measure the speed of light
	• defining a ray as a straight line representing the rectilinear propagation of light
	• explaining, using ray diagrams, the phenomena of dispersion, reflection and refraction at plane and uniformly curved surfaces
	• stating and using Snell's law in the form of $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$
	• deriving the curved mirror equation from empirical data
	• solving reflection and refraction problems, using algebraic, trigonometric and graphical methods
	• analyzing simple optical systems, consisting of no more than two lenses or one mirror and one lens, using algebraic and/or graphical methods.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and explaining observed light phenomena, reflection, refraction and dispersion in terms of geometric optics, and solving reflection and refraction problems, using algebraic, trigonometric and graphical means; and by gathering and mathematically analyzing relevant data describing the behaviour and characteristics of light, within the context of:
• designing and performing an experiment demonstrating that light travels in a straight line when in a uniform medium	• assessing the influence of available technology on the experimental designs used by Galileo, Römer, Huygens, Fizeau, Foucault, Michelson and contemporary experimenters, to measure the speed of light
	OR
• performing experiments demonstrating reflection and refraction at plane and uniformly curved surfaces	• assessing the processes in which light affects living organisms, and the use of light technology to solve practical problems; e.g., growth, vision
	OR
• deriving the mathematical representations of the laws of reflection and refraction, from the data obtained from these experiments	• evaluating and explaining technological and biological applications of linear propagation, reflection, refraction and total internal reflection of light to solve practical problems, and how these applications reflect the needs, interests and support of society; e.g., binoculars, eyeglasses, design of greenhouses, solar collectors, fibre optics
	OR
• performing an experiment to determine the index of refraction of several different substances, and predicting the conditions required for total internal reflection to occur.	• investigating the requirements and potential of careers, supported by societal needs and interests, involving optics
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. The wave model of light improves our understanding of the behaviour of light.	• wave optics can explain light phenomena that geometric optics cannot, by recalling from Unit 3, the behaviour of waves during reflection, refraction and interference, and by: • comparing the explanations of reflection and refraction by the particle theory and by the wave theory of light • explaining, using the wave theory of light, the phenomena of reflection and refraction • explaining why geometric optics fail to adequately account for the phenomena of diffraction, interference and polarization • explaining, qualitatively, diffraction and interference, using the wave model of light • explaining how the results of Young's double-slit experiment support the wave theory of light • solving double-slit problems, using $\lambda = xd/nl$, and diffraction grating problems, using $\lambda = d\sin\theta/n$ • explaining, qualitatively, polarization in terms of the wave model of light • demonstrating how Snell's law in the form $\sin\theta_1/\sin\theta_2 = n_2/n_1 = v_1/v_2 = \lambda_1/\lambda_2$ offers support for the wave model of light.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding how the wave model explains the behaviour of light in the phenomena of interference, double-slit diffraction and polarization; and by empirically investigating and mathematically analyzing the phenomena of diffraction and interference, within the context of:
• predicting the conditions required for diffraction to be observed	• investigating and reporting on Newton's influence, and the role of experimental evidence, in the development of a model for the theory of light
	OR
• performing an experiment to determine the wavelength of a light source in air or a liquid, using a "Young's double-slit" apparatus or a diffraction grating	• identifying and explaining, qualitatively, Poisson's spot as an example of the role of experimental evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted where a model predicted new light phenomena
	OR
• predicting, and performing an experiment to verify the effects on an interference pattern due to changes in any one or more of the following variables: wavelength, slit separation or screen distance.	• analyzing, qualitatively, the structure and function of polarizing filters in everyday life and nature, in terms of scientific principles; e.g., sunglasses, photography, bees, calculator liquid crystal diodes (LCDs)
	OR
	• any other relevant context.

PHYSICS 30

UNIT 1
CONSERVATION LAWS

OVERVIEW

Science Themes: *Energy* and *Equilibrium*

In Unit 1, students investigate *energy* and *equilibrium* in the physical world, in a study of the conservation of *energy* and momentum.

In this unit, the *energy* concepts from Science 10, Unit 4: Change and Energy, and Physics 20, Unit 1: Kinematics and Dynamics, are recalled and extended. The vector nature of momentum is explored through the algebraic and graphical solution of conservation of linear momentum problems. The principles learned are reinforced by analyzing common and practical physical interactions. This unit provides a foundation for further study of mechanics in subsequent units and for post-secondary studies in physics.

The two **major concepts** developed in this unit are:

- conservation of *energy* in a closed *system* is a fundamental physical concept
- momentum is conserved when objects interact in a closed *system*.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning
- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from physical interactions
- connecting, synthesizing and integrating to relate the data to the laws and principles of conservation of energy and momentum.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the use of technology to solve practical problems
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the need for computational competence in quantifying conservation of energy and momentum
- appreciate the need for simplicity in scientific explanations of complex physical interactions and the role conservation laws play in many of these explanations
- be open-minded in evaluating potential applications of conservation principles to new technology
- appreciate the role the principles of conservation play in our everyday world
- appreciate the need for empirical evidence in interpreting observed conservation phenomena
- appreciate the restricted nature of evidence when interpreting the results of physical interactions
- accept uncertainty in the descriptions and explanations of conservation in the physical world
- appreciate the need for accurate and honest communication of all evidence gathered in the course of an investigation related to conservation principles.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Conservation of *energy* in a closed *system* is a fundamental physical concept.	• mechanical energy interactions involve changes in kinetic and potential energy, by extending the mechanical energy concepts and problem-solving methods studied in Physics 20, Unit 1, and by: • describing energy and mass as scalar quantities • relating the conservation of mass and energy in a qualitative analysis of Einstein's concept of mass-energy equivalence • defining mechanical energy as the sum of potential and kinetic energy • solving conservation problems, using algebraic and/or graphical analysis • analyzing and solving, quantitatively, kinematics and dynamics problems, using mechanical energy conservation concepts by extending previous problem-solving methods.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that changes in kinetic and potential energy occur in mechanical energy interactions; and analyzing and solving, quantitatively, kinematic and dynamics problems, using mechanical energy concepts, and algebraic and/or graphical analyses; and by gathering, and graphically analyzing, relevant data inferring mathematical relationships, within the context of:
• designing and performing experiments demonstrating the law of conservation of energy, and the relationship between mechanical potential and kinetic energy	• investigating and reporting the application of conservation principles in research and design OR
• using free-body diagrams (force diagrams) in organizing and communicating the solutions of conservation problems	• any other relevant context.
• analyzing data graphically, using curve-straightening techniques, to infer mathematical relationships.	

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Momentum is conserved when objects interact in a closed *system*.	• conservation laws provide a simple means to explain interactions between objects, by:
	• describing momentum as a vector quantity
	• defining momentum as a quantity of motion equal to the product of the mass and the velocity of an object
	• relating Newton's laws of motion, quantitatively, to explain the concepts of impulse and a change in momentum
	• explaining, quantitatively, using vectors, that momentum appears to be conserved during one- and two-dimensional interactions in one plane between objects (the sine and cosine rules are not required)
	• defining, comparing and contrasting elastic and inelastic collisions, using quantitative examples
	• comparing scalar and vector conservation laws.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the law of conservation of momentum provides a means to explain interactions among objects; and explaining, quantitatively, using vectors and one- and two-dimensional interactions in one plane; and by obtaining and analyzing empirical evidence to demonstrate the conservation of momentum, and estimate and predict results of interactions, within the context of:
• performing and analyzing experiments demonstrating the conservation of momentum and the principle of impulse • approximating, estimating and predicting results of interactions, based on an understanding of the conservation laws.	• assessing the role conservation laws and the principle of impulse play in the design and use of injury prevention devices in cars and sports; e.g., air bags, child restraint systems, running shoes, helmets OR • analyzing how the need for decreasing momentum over a long period has influenced the design of ropes used in activities, such as "bunji" jumping and mountain climbing OR • investigating and reporting on a technology developed to improve the efficiency of energy transfer in a response to reconcile the energy needs of society with its responsibility to protect the environment and to use energy judiciously OR • investigating and reporting on a safety device that results in a cost saving to consumers and society, in terms of the problem addressed and its impact on quality of life OR • any other relevant context.

UNIT 2
ELECTRIC FORCES AND FIELDS

OVERVIEW

Science Theme: *Diversity* and *Matter*

In Unit 2, the *diversity* of *matter* is highlighted as its electric nature is considered in the context of electrical interactions.

This unit covers the principles of electrostatics and how to describe the interaction of electric charges mathematically from empirical data. The concept of field, introduced in Physics 20, Unit 2: Circular Motion and Gravitation, is applied to electrical phenomena. The concepts from Physics 20, Unit 1: Kinematics and Dynamics, are extended to charged particle dynamics. The unit concludes with the consideration of electric *energy* and simple direct current (DC) circuits. This unit provides a foundation for further study of electrical principles in subsequent units and for post-secondary studies in physics.

The four **major concepts** developed in this unit are:

- the laws governing electrical interactions are used to explain the behaviour of electric charges at rest
- Coulomb's law relates electric charge to electric force
- electric field theory is a model used to explain how charges interact
- electric circuits facilitate the use of electric *energy*.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning
- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from electrical interactions
- connecting, synthesizing and integrating to relate the data to the laws and principles of electric forces and fields.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the need for computational competence in quantifying electrical interactions
- appreciate the need to follow safe practices when working with electricity
- foster a responsible attitude to environmental and social change as related to the use and production of electrical *energy*
- appreciate the restricted nature of evidence when interpreting the results of electrical interactions
- accept uncertainty in the descriptions and explanations of electrical phenomena in the physical world
- be open-minded in evaluating potential applications of electrical principles to new technology
- appreciate the role the principles of electricity play in our everyday world.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The laws governing electrical interactions are used to explain the behaviour of electric charges at rest.	• the electrical model of matter is fundamental to the explanation of electrical interactions, by:
	• describing matter as containing discrete positive and negative particles
	• explaining electrical interactions in terms of the law of conservation of charge
	• explaining electrical interactions in terms of the law of electric charge (two types of charge; like charges repel, unlike charges attract)
	• comparing the methods of transferring charge: conduction and induction.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the electrical model of matter is fundamental to the explanation of electrical phenomena; and explaining electrical interactions in terms of the law of conservation of charge and the law of electric charge; and by investigating, empirically, and explaining electrostatics, using the electric nature of matter, within the context of:
• performing an activity demonstrating the electrical nature of matter, using methods of electrification, and describing observations in terms of the laws of electrostatics	• assessing how the principles of electrostatics are used to solve problems in industry and technology, and improve upon quality of life; e.g., telephones, photocopiers, electrostatic air cleaners, precipitators
	OR
• using safe practices when conducting electrical experiments.	• investigating natural and artificial electrical discharge and the need for grounding in terms of scientific principles and the inability of science to provide complete answers to all questions
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Coulomb's law relates electric charge to electric force.	• Coulomb's law explains the relationships among force, charge and separating distance, by:
	• explaining, qualitatively, the principles pertinent to Coulomb's torsion balance experiment
	• explaining, quantitatively, using Coulomb's law and vectors, the electrostatic interaction between discrete point charges
	• comparing the inverse square relationship as it is expressed by Coulomb's law and Newton's universal law of gravitation.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the relationships among force, charge and separating distance is explained by Coulomb's law; and explaining, quantitatively, using Coulomb's law and vectors, the electrostatic interaction between discrete point charges; and by gathering and analyzing relevant data inferring the mathematical relationships among force, charge and separating distance, within the context of:
• performing an experiment demonstrating the relationships among magnitude of charge, electric force and distance	• comparing and contrasting the experimental designs used by Coulomb and Cavendish, in terms of the role of technology in advancing science
• inferring the mathematical relationship between force and charge, and separating distance from empirical evidence.	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Electric field theory is a model used to explain how charges interact.	• the concept of field is applied to electric interactions, by extending from Physics 20, Unit 2, the definition of field, and by: • comparing scalar and vector fields • comparing forces and fields • explaining, quantitatively, using vector addition, electric fields in terms of intensity (strength) and direction relative to the source of the field • explaining, quantitatively, using vector addition, electric fields in terms of intensity (strength) and direction relative to the effect on an electric charge • predicting, using algebraic and/or graphical methods, the path followed by a moving electric charge in a uniform electric field, using kinematics and dynamics concepts • explaining electrical interactions, quantitatively, using the conservation laws of energy and charge.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding the concept of field as related to electrical interactions; and explaining, quantitatively, using vector addition electric fields in terms of intensity and direction relative to the source of the field and its effect on an electric charge; and by plotting electric fields, using field lines and linking centripetal force to the electric force, within the context of:
• plotting electric fields, using field lines, for fields induced by discrete point charges, combinations of discrete point charges (like and oppositely charged) and charged parallel plates	• evaluating electric field theory as a model used to explain the behaviour of electric charges in terms of supporting experimental evidence
	OR
• relating the electric force, using Newton's second law, to the motion of an electric charge following a curved path in an electric field.	• explaining, qualitatively, how the problem of protecting sensitive components in a computer from electric fields is solved
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. Electric circuits facilitate the use of electric *energy*.	• Ohm's law and Kirchhoff's rules are fundamental to explaining simple electric circuits, by:
	• defining current, potential difference, resistance and power, using appropriate terminology
	• defining the ampere as a fundamental SI unit, and relating the coulomb and second to it
	• distinguishing between conventional and electron flow current
	• explaining Ohm's law as an empirical, rather than a theoretical, relationship
	• quantifying electrical energy and power dissipated in a resistor, using Ohm's law
	• explaining Kirchhoff's current and voltage rules as a logical consequence of the laws of conservation of energy and charge
	• analyzing, quantitatively, simple series and/or parallel DC circuits in terms of the variables of potential difference, current and resistance, using Kirchhoff's rules and/or Ohm's law (solutions requiring Kirchhoff's rules to be limited to networks containing two power supplies and three branch currents).

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding and analyzing, quantitatively, simple series and parallel circuits in terms of Ohm's law and Kirchhoff's rules; and quantifying electrical energy and power dissipated in a resistor, using Ohm's law; and by determining, from empirical and theoretical evidence the relationships among electric energy/power, current, resistance and voltage, within the context of:
• determining, from empirical and theoretical evidence, the relationships among electric energy/power, current, resistance and voltage	• analyzing common technological applications of electricity to solve practical problems in our lives; e.g., toasters, hair dryers, light fixtures OR
• performing an experiment to explain the relationships among current, voltage and resistance	• comparing and contrasting electrical energy with other energy sources with respect to factors, such as cost, energy potential, risks and benefits to society, safety concerns and their impact on the quality of life of future generations OR
• designing, analyzing and solving simple resistive DC circuits	• analyzing the use of parallel and series networks in household circuits in terms of the problems addressed OR
• drawing diagrams of simple resistive DC circuits, using accepted symbols for circuit components	• investigating the need for and the functioning of circuit breakers in household circuits OR
• designing and performing an experiment demonstrating the heating effect of electric energy.	• analyzing the risks of electric shock in terms of scientific principles OR
	• investigating the requirements and potential of careers, supported by societal needs and interests, involving electricity OR
	• any other relevant context.

UNIT 3
MAGNETIC FORCES AND FIELDS

OVERVIEW

Science Theme: *Diversity* and *Matter*

In Unit 3, the *diversity* of *matter* is highlighted as its magnetic nature is considered in the context of electric and magnetic interactions.

The concept of field, introduced in Physics 20, Unit 2: Circular Motion and Gravitation, is applied to magnetic phenomena. The concepts from Physics 20, Unit 1: Kinematics and Dynamics, are applied to charged particle dynamics in magnetic fields. The principles of electromagnetism are further applied to an investigation of the functioning of electric motors, generators and transformers. The unit concludes with the consideration of the characteristics of the electromagnetic spectrum and alternating current (AC) circuits. This unit provides a foundation for further study of electromagnetic principles in subsequent units and for post-secondary studies in physics.

The three **major concepts** developed in this unit are:

- magnetic field theory is a model used to describe magnetic behaviour
- electromagnetism pervades the Universe
- electromagnetic radiation is a physical manifestation of the interaction of electricity and magnetism.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- initiating and planning
- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from electromagnetic interactions
- connecting, synthesizing and integrating to relate the data to the laws and principles of magnetic forces and fields.

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the influence of the needs, interests and financial support of society on scientific and technological research
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate the need for computational competence in quantifying electromagnetic phenomena
- appreciate the parallelism in the characteristics of electrical, gravitational and magnetic phenomena
- appreciate the need to follow safe practices when working with electricity
- appreciate the restricted nature of evidence when interpreting the results of electromagnetic interactions
- accept uncertainty in the descriptions and explanations of electromagnetic phenomena in the physical world
- be open-minded in evaluating potential applications of electromagnetic principles to new technology
- appreciate the role the principles of electricity and magnetism play in our everyday world.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. Magnetic field theory is a model used to describe magnetic behaviour.	• field theory can be used to describe magnetic interactions, by: • explaining the source of magnetic characteristics of matter in terms of magnetic domains • comparing the magnetic properties of Earth with those of artificial magnets • explaining magnetic interactions in terms of vector fields • comparing gravitational, electric and magnetic fields in terms of their sources and directions.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that magnetic interactions are described using field theory; and comparing and contrasting gravitational, electric and magnetic fields and interactions in terms of their source, direction and vectors; and by using field lines to show the shape and orientation of magnetic fields due to a variety of sources, within the context of:
• plotting magnetic fields, using field lines to show the shape and orientation of the magnetic fields resulting from magnetic poles or current-carrying conductors.	• evaluating magnetic field theory as a model to describe and predict observations of magnetic behaviour based on supportive evidence OR • discussing contemporary developments in the fields of electricity and magnetism, and their immediate and potential impact on our lives; e.g., superconductivity OR • investigating and reporting the effects of magnetism on the behaviour of living organisms in terms of the limitations of scientific knowledge and technology and in terms of quality of life OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. Electromagnetism pervades the Universe.	• magnetic forces and fields are described in relation to electric currents, by extending electromagnetic concepts from Science 9, Unit 4, and by:
	• demonstrating how the discoveries of Oersted and Faraday form the foundation of the theory relating electricity to magnetism
	• describing a moving charge as the source of a magnetic field, and predicting the orientation of the magnetic field from the direction of motion
	• predicting, quantitatively, how a uniform electric and/or magnetic field affects a moving electric charge, using the relationships among charge, motion and field direction
	• relating and explaining, qualitatively, the interaction between a magnetic field and a moving charge as to how a magnetic field affects a current-carrying conductor
	• predicting, quantitatively, the effect of an external magnetic field on a current-carrying conductor
	• describing the effects of moving a conductor in an external magnetic field, using the analogy of a moving charge in a magnetic field
	• predicting, quantitatively, the effects of a magnetic field on a moving conductor
	• predicting, quantitatively, and verifying, the effects of changing one, or a combination, of the variables in the relationship $N_p/N_s = V_p/V_s = I_s/I_p$
	• explaining the relationship between, and calculating, the effective and maximum values of, voltage and current in AC devices, given appropriate information
	• discussing, qualitatively, Lenz's law in terms of conservation of energy; describing, giving examples, situations where Lenz's law applies.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that magnetic forces and fields are related to electric currents; and predicting, quantitatively, the effect of a uniform electric and/or magnetic field on a moving electric charge, and explaining the motor and generator effects; and by analyzing empirical evidence of magnetic field-current interactions, within the context of:
• designing, performing and analyzing experiments demonstrating magnetic field-current interactions	• identifying and analyzing the application of electromagnetic interactions in the functioning of several types of technology
	OR
• predicting, using the LHR or RHR (hand rules), the relative directions of motion, force and field in electromagnetic devices	• explaining, qualitatively, the design and function of AC and DC motors, generators, meters and other simple electromagnetic devices, using correct scientific terminology
	OR
• relating the magnetic force, using Newton's second law, to the motion of an electric charge following a curved path in a magnetic field.	• assessing the impact of the transformer and alternating current on the generation, transmission and use of electrical energy and the resultant effect on quality of life
	OR
	• evaluating, objectively, electromagnetic biomedical technology, in terms of solving practical problems and the influence of the needs, interests and financial support of society for its development, such as magnetic resonance imaging (MRI) or positron emission tomography (PET)
	OR
	• analyzing the parallels among electrical, magnetic and gravitational phenomena in terms of empirical evidence, and evaluating the role the conservation laws play in the accumulation of knowledge
	OR
	• any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Electromagnetic radiation is a physical manifestation of the interaction of electricity and magnetism.	• Maxwell's theory of electromagnetism expanded on Oersted's and Faraday's generalizations, by:
	• stating that electromagnetic radiation is the result of accelerating electric charges, and demonstrates wavelike behaviour
	• comparing and contrasting the constituents of the electromagnetic spectrum on the basis of frequency, wavelength and energy
	• solving problems algebraically, using the relationships among speed, wavelength, frequency, period and/or distance, of electromagnetic waves
	• comparing and contrasting natural and technological processes by which the major constituents of the electromagnetic spectrum are produced
	• explaining, qualitatively, Maxwell's theory of electromagnetism
	• explaining the propagation of electromagnetic radiation in terms of perpendicular electric and magnetic fields, varying with time, travelling away from their source at the speed of light
	• explaining, qualitatively, how different types of electromagnetic radiation interact with matter, including biological effects; e.g., microwaves, ultraviolet radiation, X-rays.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that electromagnetic radiation is a physical manifestation of the interaction of electricity and magnetism; and explaining the propagation of electromagnetic radiation in terms of electric and magnetic fields; and by demonstrating the wavelike behaviour of electromagnetic radiation, and by predicting the conditions required for electromagnetic radiation emission, within the context of:
• performing experiments, and/or using simulations, demonstrating the wavelike behaviour of electromagnetic radiation • predicting the conditions required for electromagnetic radiation emission.	• evaluating the risks and benefits of technological solutions, using electromagnetic radiation, to practical problems in terms of the effect on the quality of life; the limitations of science and technology; and societal needs, interests and support OR • researching, reporting on and evaluating the use of electromagnetic radiation technology in scientific fields, such as biology, chemistry, medicine, astronomy, etc., in terms of societal needs, interests and support, and the contribution to the accumulation of scientific knowledge OR • investigating the requirements and potential of careers, supported by societal needs and interests, involving electromagnetism OR • any other relevant context.

UNIT 4
NATURE OF MATTER

OVERVIEW

Science Themes: *Diversity, Energy* and *Matter*

In Unit 4, students investigate the science themes of *diversity, energy* and *matter,* as the electric nature of *matter* is considered in the context of developing quantum concepts, atomic theory and nuclear processes.

Building on previous learning from Science 10, Unit 3: Energy and Matter in Chemical Change, the discovery of the electron and the development of the quantum model of the atom is studied. The study of the photoelectric effect and the photon model of light provides a link to Physics 20, Unit 4: Light, where the wave model of light is emphasized. The unit concludes with the study of radiation, the characteristics of fission and fusion reactions, quantization of *energy* and how *energy* levels in nature support modern atomic theory. This unit provides a foundation for post-secondary studies in related areas.

The four **major concepts** developed in this unit are:

- the atom has an electric nature
- the photoelectric effect requires the adoption of the photon model of light
- nuclear fission and fusion are nature's most powerful *energy* sources
- *energy* levels in nature support modern atomic theory.

In this unit, *students will develop* an ability to use the **skills** and **thinking processes** associated with the practice of science, emphasizing:

- collecting and recording
- organizing and communicating
- analyzing data from experiments, empirical and theoretical evidence for the electron and quantum concepts
- connecting, synthesizing and integrating to relate the data to a theoretical model of the atom, and to the principles of the wave–particle duality of *matter.*

The **STS connections** in this unit illustrate:

- the central role of evidence in the accumulation of knowledge, and the way in which proposed theories may be supported, modified or refuted
- the inability of science to provide complete answers to all questions
- the functioning of products or processes based on scientific principles
- the ways in which science advances technology and technology advances science
- the use of technology to solve practical problems
- the limitations of scientific knowledge and technology
- the ability and responsibility of society, through science and technology, to protect the environment and use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations.

ATTITUDES

Students will be encouraged to:

- appreciate that models are modified as new and/or conflicting evidence is presented
- appreciate the role of mathematics in assessing the risks and benefits of radioactivity and the commercial use of nuclear *energy.*

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
1. The atom has an electric nature.	• the discovery of the electron contributed to the formulation of quantum concepts and atomic models, by:
	• explaining how the discovery of cathode rays contributed to the development of atomic models
	• explaining Thomson's experiment and the significance of the results
	• deriving the relationship $q/m = v/BR$, using circular motion and charged particles in electric and magnetic field concepts
	• explaining Millikan's experiment and its significance relative to charge quantization
	• relating the electronvolt, as a unit of energy, to the joule.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
• performing an experiment, or using simulations, to determine the charge to mass ratio of the electron • determining, in quantitative terms, the mass of an electron and/or ion, given appropriate empirical data.	• understanding and explaining how technological advances and experimental evidence contributed to the formulation of models of the atom; and by determining the charge to mass ratio of the electron, and the mass of an electron and/or ion, given appropriate empirical data, within the context of: • analyzing how the identification of the electron and its characteristics is an example of the interaction of science and technology OR • evaluating how, in the scientific process, discoveries are often missed by investigators failing to identify and/or correctly interpret evidence; e.g., X-rays OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
2. The photoelectric effect requires the adoption of the photon model of light.	• the quantum concept is required to explain adequately some natural phenomena, by:
	• explaining the necessity for Planck to introduce the quantum of energy concept to explain blackbody radiation adequately
	• defining the photon as a quantum of electromagnetic radiation
	• describing how Hertz discovered the photoelectric effect while investigating electromagnetic waves
	• explaining the photoelectric effect in terms of the intensity and wavelength of the incident light and surface material
	• assessing the assumptions made by Einstein in explaining the photoelectric effect
	• defining threshold frequency as the minimum frequency giving rise to the photoelectric effect, and work function as the energy binding an electron to a photoelectric surface
	• explaining the relationship between the kinetic energy of a photoelectron and stopping voltage
	• using Einstein's equation, quantitatively, to describe photoelectric emission
	• describing the photoelectric effect as a phenomenon that supports the notion of the wave–particle duality of electromagnetic radiation
	• explaining X-ray production as an inverse photoelectric effect, and predicting, quantitatively, the short wavelength limit of X-rays produced, given appropriate data
	• explaining, qualitatively, the Compton effect and the deBroglie hypothesis applying the laws of mechanics, conservation of momentum and energy, to photons, as another example of wave–particle duality.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that an adequate explanation of some natural phenomena requires the quantum concept; and describing the photoelectric effect as evidence for the notion of wave–particle duality of electromagnetic radiation; and by investigating, empirically, the photoelectric effect, within the context of:
• performing an experiment demonstrating the photoelectric effect and interpreting the data obtained • predicting and verifying the effect that changing the intensity and/or frequency of the incident radiation or the material of the photocathode has on photoelectric emission.	• analyzing, in general terms, the functioning of various technological applications of the photoelectric effect to solve practical problems; e.g., automatic door openers, burglar alarms, light meters, smoke detectors OR • discussing why the photoelectric effect could not be explained, using the wave model of electromagnetic radiation, and thus required a new hypothesis OR • identifying industrial and scientific uses of X-rays; e.g., X-ray examination of welds, crystal structure analysis OR • or any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
3. Nuclear fission and fusion are nature's most powerful *energy* sources.	• the processes of nuclear fission and fusion are nature's most powerful energy sources, by: • using the isotope notation to describe and identify common nuclear isotopes, and determine the number of each nucleon of an atom • describing the nature and behaviour of alpha, beta and gamma radiation • writing nuclear equations for alpha and beta decay • performing simple, nonlogarithmic, half-life calculations • predicting the particles emitted by a nucleus from the examination of representative transmutation equations • explaining, qualitatively, how radiation is absorbed by matter, and compare and contrast the biological effects of different types of radiation • comparing and contrasting the characteristics of fission and fusion reactions • explaining, qualitatively, the importance of Einstein's concept of mass–energy equivalence • relating, qualitatively, the mass defect of the nucleus to the energy released in nuclear reactions.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the processes of nuclear fission and fusion are nature's most powerful energy sources; and describing the nature of particle radiation and nuclear decay, and explaining, qualitatively, the importance of the concept of mass–energy equivalence in nuclear reaction processes; and by analyzing empirical nuclear decay data, and performing a risk/benefit analysis of a nuclear energy application, within the context of:
• using library resources to research and report on selected scientists who contributed to our understanding of the structure of the nucleus • inferring radiation properties from experimental data provided • graphing data for radioactive decay and interpolating values for half-life • interpreting some common nuclear decay chains • performing a qualitative risk/benefit analysis of a nuclear energy application.	• assessing the value to society of nuclear and particle research OR • evaluating the applications of radiation phenomena and technologies in research, medicine, agriculture, industry; e.g., isotope tracing, food irradiation OR • assessing the risks and benefits of exposure to natural background radioactivity and artificially induced radioactivity; e.g., air travellers to cosmic radiation, dental X-rays OR • evaluating, qualitatively, the risks and benefits of using fission and/or fusion as commercial sources of energy, in terms of the limitations of scientific knowledge and technology, and the ability and responsibility of society to protect the environment and to use natural resources judiciously to ensure quality of life for future generations OR • investigating the requirements and potential of careers, supported by societal needs and interests, involving nuclear physics OR • any other relevant context.

MAJOR CONCEPT	KNOWLEDGE
	Students should be able to demonstrate an understanding that:
4. *Energy* levels in nature support modern atomic theory.	• the Rutherford–Bohr model of the atom represents a synthesis of classical and quantum concepts, by:
	• explaining, qualitatively, the significance of the results of Rutherford's scattering experiment in terms of: the nature and role of the nucleons; the size and mass of the nucleus and that of the atom; and leading to the proposal of a planetary model of the atom
	• explaining why Maxwell's theory of electromagnetism predicts the failure of a planetary model of the atom
	• describing why each element has a unique line spectrum, and comparing and contrasting the characteristics of continuous and line spectra
	• explaining, qualitatively, the conditions necessary to produce line emission and line absorption spectra
	• explaining the quantum implications of the line absorption and the line emission spectra, and determining any variable in the Balmer equation $1/\lambda = R_H(1/n_f^2 - 1/n_i^2)$
	• explaining Bohr's concept of "stationary states" and their relationship to line spectra of atoms, and using the frequency/wavelength of an emitted photon to determine the energy difference between states
	• explaining the relationship between hydrogen's absorption spectrum and its energy levels
	• describing how the Bohr atom can be used to predict the ionization energy of hydrogen, and to calculate the allowed radii of the hydrogen atom
	• describing how the Rutherford–Bohr model has been further refined, using quantum concepts to a purely mathematical model based on probability and waves
	• comparing and contrasting, qualitatively, the Rutherford, the Bohr and the quantum model of the atom.

SKILLS	STS CONNECTIONS
Students should be able to demonstrate the skills and thinking processes associated with the practice of science, by:	*Students should be able to demonstrate the interrelationships among science, technology and society, by:*
	• understanding that the Rutherford–Bohr model offers a restricted explanation of the structure of the atom, and a mathematical model provides a fuller explanation of the empirical evidence of energy levels within the atom; and by observing line spectra and predicting potential energy transition in an atom, within the context of:
• observing representative line spectra of selected elements • predicting the conditions necessary to produce and observe line emission and line absorption spectra • predicting the potential energy transitions in the hydrogen atom, using a labelled diagram showing the energy levels.	• investigating and reporting on the use of line spectra in the study of the Universe and the identification of substances OR • describing the functioning of lasers in terms of energy level transitions and resonance OR • investigating and reporting on the application of spectra concepts in the design and functioning of lighting devices; e.g., street lights, signs OR • analyzing how quantum concepts led to technological advances that benefit society; e.g., semiconductors, electron microscopes, computers OR • investigating and reporting on the contributions made by scientists to the development of the early quantum theory; e.g., Hertz, Planck, Einstein, Bohr, Compton, Davisson, Germer OR • any other relevant context.

D. BASIC LEARNING RESOURCES

Physics 20 and Physics 30

Print

Martindale, David G., Robert W. Heath and Philip C. Eastman. *Fundamentals of Physics.* Combined edition. Toronto. ON: D. C. Heath Canada Ltd., 1992.

ISBN 0669953415

Zitzewitz, Paul W., Mark Davids and Robert F. Neff. *Physics: Principles and Problems.* Canadian edition. Toronto, ON: Maxwell Macmillan Canada Inc., 1992.

ISBN 0029541255

Nonprint

The Living Textbook Series: Physical Science.

- *Physics: Cinema Classics*, 1992
  [3 laser discs correlated to *Fundamentals of Physics* basic text]
- *Principles of Physical Science*, 1990
  : *Matter, Motion and Forces*
  : *Waves, Electricity and Magnetism*
  [2 laser discs correlated to both basic texts]

Physique 20–30
Programme d'études

Version provisoire

Alberta
EDUCATION

C3570035

Physique 20–30
Programme d'études

Version provisoire

Language Services Branch
Novembre 1994

Alberta
EDUCATION

SCIENCES

VISION : PROGRAMMES DE SCIENCES AU SECONDAIRE

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle aideront tous les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique nécessaire pour fonctionner en tant que membres efficaces de la société. Les élèves pourront poursuivre des études et des carrières en sciences et acquérir une meilleure compréhension d'eux-mêmes et du monde qui les entoure. Le même cadre pédagogique a été utilisé dans l'élaboration de tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle, y compris Sciences 10, Biologie 20 - 30, Chimie 20 - 30, Physique 20 - 30 et Sciences 20 - 30. Les connaissances, habiletés et attitudes que sont tenus d'acquérir les élèves sont abordées selon une philosophie d'apprentissage commune à tous les cours de sciences.

Dans les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle, les élèves se concentrent sur l'apprentissage de l'interconnexion des grandes idées et des principes. Ces idées, ou principes de base, émanent de connaissances scientifiques qui transcendent et unifient les disciplines des sciences naturelles. Ces notions de base comprennent notamment le changement/la transformation, la diversité, l'énergie, l'équilibre, la matière et les systèmes; le processus par lequel on développe le savoir scientifique, y inclus le rôle de la preuve expérimentale; ainsi que les rapports entre les sciences, la technologie et la société. Ces idées constituent aussi le cadre pédagogique du programme d'études et établissent le continuum avec les programmes du premier cycle, tout en se greffant à l'acquis des élèves.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle accordent une plus grande importance au développement des méthodes d'enquête qui caractérisent l'étude des sciences. Les élèves développeront, par exemple, leur aptitude à poser des questions, à faire des enquêtes et des expériences; ils devront recueillir, analyser et évaluer de l'information scientifique, et vérifier des principes scientifiques et l'application de ceux-ci. Ils relèveront les défis inhérents à la résolution de problèmes et apprendront à utiliser la technologie. En ayant ainsi l'opportunité de développer et d'appliquer leurs habiletés, les élèves pourront mieux comprendre les connaissances qu'ils ont acquises.

On s'attend à ce que les élèves démontrent une appréciation des divers rôles des sciences et de la technologie dans leur compréhension de la nature. Les élèves démontreront de l'enthousiasme et une attitude positive vis-à-vis des sciences et ils y attacheront une importance dans leur quotidien.

Le contexte d'apprentissage fait partie intégrante des programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle. Il a pour but d'encourager chez les élèves le développement d'attitudes formatrices et d'habiletés de base, d'accroître leur compréhension du savoir et des processus scientifiques, et de les inciter à établir des rapports entre les sciences, la technologie et la

société. Le contexte d'apprentissage sera pertinent à la vie des élèves, de sorte à leur permettre de vivre les sciences de façon intéressante et dynamique. Les situations propices à l'apprentissage seront d'autant plus probantes qu'elles fourniront des expériences concrètes que les élèves peuvent associer à leur univers.

Les programmes de sciences du niveau secondaire deuxième cycle sont centrés sur les élèves. Ces derniers participent activement à leur apprentissage et en assument une responsabilité toujours plus grande.

Ils apprécieront la valeur du travail d'équipe et contribueront positivement à la résolution de problèmes et à l'accomplissement de divers travaux.

PHYSIQUE 20–30

A. RAISON D'ÊTRE ET PHILOSOPHIE DU PROGRAMME

La physique est l'étude de la matière, de l'énergie et de leurs interactions. L'étude de la physique donne aux élèves l'occasion d'explorer et de mieux comprendre le monde naturel, et de se rendre compte de l'influence de la physique dans leur vie. Un apprentissage positif se fait quand l'étude de la physique se rapporte à ce que les élèves savent déjà, estiment personnellement utile et considèrent significatif. Les jeunes apprennent le mieux à partir d'expériences concrètes qui présentent une vue authentique des sciences dans le contexte de la physique. En Physique 20-30, les élèves étudient la physique dans des contextes appropriés et se livrent à des activités significatives. Ceci facilite le transfert de connaissances à de nouveaux contextes. Les élèves sont encouragés à poursuivre leur apprentissage de la physique tout au long de leur vie et à reconnaître que les sciences constituent une entreprise humaine remarquable, inspirante et stimulante, qui a un impact concret sur leur vie et sur l'ensemble de la société.

La Physique, comme toutes les sciences, est une discipline expérimentale qui exige créativité et imagination. Les méthodes d'enquête en caractérisent l'étude. En Physique 20-30, les élèves continuent à développer leur aptitude à poser des questions, à examiner et à expérimenter; à recueillir, analyser et évaluer l'information scientifique; à vérifier les lois et principes scientifiques et leurs applications. Ce faisant, les élèves exercent leur créativité et acquièrent des habiletés de pensée critique. Grâce à l'expérimentation, aux activités de résolution de problèmes et à l'étude indépendante, les élèves acquièrent une compréhension des processus qui font évoluer les connaissances scientifiques.

Le programme de Physique 20-30 est centré sur les élèves. Ces derniers sont des apprenants actifs et ils assument une responsabilité toujours plus grande de leur apprentissage à mesure qu'ils avancent dans le programme. Une étude approfondie de la physique est nécessaire pour donner aux élèves une compréhension qui les encourage à faire les applications appropriées des concepts scientifiques à leur vie quotidienne et les prépare pour des études supérieures dans le domaine de la physique. On s'attend à ce que les élèves prennent une part active à leur apprentissage. L'accent mis sur les concepts et principes-clés de la physique donne aux élèves une vision plus unifiée des sciences et les incite à devenir de plus en plus conscients des liens qui existent entre celles-ci.

La période de temps nécessaire pour acquérir ces apprentissages scientifiques variera selon le style d'apprentissage personnel et les habiletés des élèves. Chaque cours est conçu pour une durée d'environ 125 heures, mais on encourage fortement les enseignants à modifier la période d'instruction afin de satisfaire les besoins individuels des élèves. Certains élèves prendront plus de 125 heures pour compléter le cours tandis que d'autres en prendront moins.

BUTS

Les buts majeurs du programme de Physique 20-30 sont de, (d') :

- développer chez les élèves une compréhension des grandes idées et des principes qui transcendent et relient les sciences naturelles;
- fournir aux élèves une meilleure compréhension de la vision, de l'enquête et de l'entreprise du monde scientifique;
- aider les élèves à atteindre le niveau de sensibilisation scientifique essentiel à tous les citoyens qui évoluent dans une société dotée d'une culture scientifique;
- aider les élèves à prendre des décisions informées sur des études ultérieures ou en vue de faire carrière dans le domaine des sciences;
- fournir aux élèves des occasions d'acquérir des connaissances, des habiletés et des attitudes qui contribuent à leur développement personnel.

Physique 20-30 est un programme académique qui aidera les élèves à mieux comprendre et appliquer les habiletés et concepts fondamentaux. L'accent est mis sur les moyens d'aider les élèves à comprendre les principes physiques à l'œuvre dans les phénomènes naturels qu'ils vivent, et dans la technologie qu'ils emploient dans leur vie quotidienne. Le programme encourage l'enthousiasme pour l'entreprise scientifique, et crée des attitudes positives envers la physique, qui est présentée comme une activité humaine intéressante, ayant de la signification personnelle. Il développe chez les élèves les attitudes, les habiletés et les connaissances qui les aideront à devenir capables de se fixer des buts, de faire des choix informés et d'agir de façon à améliorer leur vie personnelle et celle de leur communauté, et à s'engager à le faire.

B. ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE

Les attentes générales pour l'élève exposent les nombreuses facettes de la prise de conscience scientifique, et servent de fondement aux attentes spécifiques pour l'élève que l'on retrouve à la section C. Les attentes générales pour l'élève sont développées en deux catégories : les attentes du *programme* et les attentes du *cours*.

«ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU PROGRAMME

Les «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont des énoncés généraux concernant les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les rapports sciences, technologie et société (STS), que les élèves devraient acquérir dans tous les programmes de sciences au secondaire deuxième cycle. Ces «attentes générales pour l'élève» du *programme* sont définies plus précisément dans les «attentes générales pour l'élève» du *cours* et sont ensuite développées plus spécifiquement dans l'étude de modules individuels en Physique 20 et Physique 30. Toutes les attentes se suivent progressivement, à partir du cours de Sciences 10 jusqu'aux cours de Physique 30, et bien qu'elles soient énumérées séparément, elles devraient être développées conjointement, à l'intérieur d'un contexte.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à faire preuve :

- d'enthousiasme et d'intérêt soutenu pour les sciences;
- de qualités réelles des scientifiques au travail telles que le respect des preuves, la tolérance de l'incertitude, l'honnêteté intellectuelle, la créativité, la persévérance, la coopération, la curiosité et le désir de comprendre;
- d'attitudes positives face aux connaissances scientifiques pratiques faisant appel aux mathématiques et aux habiletés de résolution de problèmes;
- d'ouverture d'esprit et de respect pour le point de vue d'autrui;
- de sensibilité pour l'environnement vivant et non vivant;
- d'appréciation pour les rôles des sciences et de la technologie dans notre compréhension du monde naturel.

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

On s'attend à ce que les élèves démontrent leur compréhension des thèmes qui transcendent les limites des disciplines scientifiques et illustrent les liens entre les sciences naturelles, notamment :

- *Changement* : comment toutes les entités naturelles se modifient avec le temps, comment la direction du changement peut être prédite et, dans certains cas, comment le changement peut être contrôlé;
- *Diversité* : l'ensemble impressionnant de formes vivantes et inertes de la matière et les procédures utilisées pour comprendre, classifier et distinguer ces formes à partir des constantes qui reviennent régulièrement;
- *Énergie* : la capacité de faire un travail, ce travail étant à la base de ce qui se passe dans l'univers à travers une grande diversité de formes interconvertibles;
- *Équilibre* : l'état dans lequel les forces ou processus opposés s'équilibrent de façon statique ou dynamique;
- *Matière* : les éléments constitutifs et la diversité des états de la matière dans le monde physique;
- *Systèmes* : les groupes intimement liés de choses ou de phénomènes qui peuvent être définis par leurs limites et, dans certains cas, par leurs entrées et sorties.

HABILETÉS

On s'attend à ce que les élèves acquièrent et utilisent les processus cognitifs associés à la pratique des sciences pour comprendre et explorer des phénomènes naturels, résoudre des problèmes et prendre des décisions. On s'attend aussi à ce que les élèves travaillent en équipe, respectent le point de vue des autres, fassent des compromis raisonnables, fournissent des idées et de l'effort et puissent faire preuve de leadership afin d'en arriver aux meilleurs résultats possibles. Ces processus comprennent plusieurs habiletés qui seront développées à même le contenu du programme.

L'ensemble d'habiletés présenté ici suppose que les processus cognitifs sont souvent déclenchés par un problème non résolu ou par une question sans réponse. Règle générale, on doit d'abord définir le problème ou la question à résoudre et formuler des hypothèses avant de procéder à la collecte d'information. À certaines étapes du processus, il faut organiser et analyser l'information. Ce processus peut mener à de nouvelles idées par le biais de prévisions ou d'inférences, et ces nouvelles idées, une fois intégrées aux connaissances antérieures, peuvent établir un nouvel ordre de savoir. On aboutit peu à peu à un résultat tel qu'une solution, une réponse, ou une prise de décision. Finalement, on établit des critères pour juger des idées et de l'information, de sorte à évaluer tant le processus de résolution de problèmes que les résultats obtenus.

Les habiletés suivantes ne seront pas acquises de façon successive ou séparée. Le processus de réflexion efficace semble être non linéaire et récursif. Les élèves devront faire preuve de souplesse dans l'acquisition d'habiletés et de stratégies; ils devront apprendre à choisir et utiliser une habileté, une procédure ou une technologie assortie à la tâche, et à la vérifier, la modifier ou la remplacer au besoin par une stratégie plus efficace.

- **Conceptualisation et planification**

  - identifier et énoncer clairement le problème ou la question à l'étude;
  - distinguer entre les données, l'information pertinente et superflue;
  - recueillir et inscrire l'information de base;
  - identifier tous les variables et les contrôles;
  - identifier le matériel et les appareils requis;
  - formuler des questions, hypothèses et/ou prévisions pour orienter la recherche;
  - concevoir et/ou décrire un plan de recherche et de résolution de problèmes;
  - préparer les tableaux ou diagrammes d'observation nécessaires et faire les calculs préliminaires.

- **Collecte et enregistrement des données**

  - exécuter la procédure et la modifier au besoin;
  - organiser et utiliser correctement les appareils et les matériaux, de sorte à recueillir des données expérimentales valables;
  - observer, recueillir et inscrire l'information ou les données minutieusement, selon les consignes de sécurité (ex. : WHMIS) et les considérations écologiques.

- **Organisation et communication des données**

  - organiser et présenter les données de façon claire et concise (thèmes, groupes, tables, graphiques, organigrammes et diagrammes de Venn);
  - communiquer les données de façon plus efficace à l'aide de calculs mathématiques et de statistiques lorsque nécessaire;
  - exprimer les quantités mesurées et calculées au nombre approprié de chiffres significatifs et utiliser les unités SI appropriées pour désigner toute quantité;
  - communiquer les résultats de l'enquête dans un rapport clair et concis.

- **Analyse des données**

  - analyser les données ou l'information pour dépister des tendances, des constantes, des rapports, des indices de fiabilité et d'exactitude;
  - identifier et discuter les sources d'erreurs et leur effet sur les résultats;
  - identifier les suppositions, les attributs, les penchants, les affirmations ou les raisons;
  - identifier les idées principales.

- **Rapports, synthèse et intégration**

  - faire des prévisions à partir de données ou de renseignements; et déterminer si ces données viennent supporter ou falsifier l'hypothèse et/ou la prédiction;
  - formuler d'autres hypothèses vérifiables à partir du savoir et des connaissances acquises;
  - identifier d'autres problèmes ou questions à étudier;
  - identifier d'autres plans d'action, plans expérimentaux et solutions possibles;
  - proposer et expliquer ses interprétations ou ses conclusions;
  - élaborer des explications théoriques;
  - établir des rapports entre les données ou l'information et les lois, principes, théories ou modèles identifiés dans l'information de base;
  - proposer des solutions pour résoudre le problème étudié;
  - résumer et communiquer les résultats de l'enquête scientifique;
  - choisir la démarche à suivre.

- **Évaluation du processus et des résultats**

  - établir des critères pour évaluer les données ou l'information;
  - considérer les conséquences, les tendances, les suppositions et les perspectives;
  - identifier les limites des données ou l'information, des interprétations ou des conclusions en fonction des méthodes ou des processus utilisés au niveau de l'expérience, de la recherche, de la conception du projet;
  - proposer d'autres solutions en tenant compte des améliorations à apporter à la technique et au concept expérimentaux, à la prise de décisions et au processus de résolution de problèmes;
  - évaluer et faire le bilan des idées, de l'information et des autres solutions.

Lectures supplémentaires

Pour une discussion plus détaillée sur l'intégration des habiletés de raisonnement et de recherche dans le contexte de l'enseignement des sciences, voir les publications d'Alberta Education : ***Enseigner à penser*** (1992) et ***Enseignement et recherche*** (1991).

SCIENCES, TECHNOLOGIE ET SOCIÉTÉ (STS)

On s'attend à ce que les élèves montrent qu'ils comprennent les processus par lesquels les connaissances scientifiques se développent, et les rapports d'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, notamment :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;

- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;

- le fonctionnement de produits ou de processus, à partir de principes scientifiques;

- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;

- l'utilisation de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;

- les limites des connaissances scientifiques et de la technologie;

- l'influence des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;

- la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce aux sciences et à la technologie, de protéger l'environnement et d'employer judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations futures.

Lecture supplémentaire

Pour des lectures supplementaires sur l'intégration des rapports sciences-technologie-société en salle de classe, voir la publication d'Alberta Education : ***Enseignement des sciences STS : Pour unifier les buts de l'enseignement des sciences*** (1992).

«ATTENTES GÉNÉRALES POUR L'ÉLÈVE» DU COURS

Les «attentes générales pour l'élève» du *cours* sont spécifiques au cours de Physique 20 et Physique 30 et font le lien entre les «attentes générales pour l'élève» du *programme* et les «attentes spécifiques pour l'élève» de chaque module.

Les attentes concernant les attitudes font référence à ces prédispositions qui doivent être encouragées chez les élèves. Ces attentes incluent les attitudes face aux sciences, le rôle des sciences et de la technologie et les contributions des sciences et de la technologie envers la société. Les attentes concernant les connaissances scientifiques sont les principaux concepts de physique étudiés dans chacun des cours. Les attentes concernant les habiletés font référence aux processus de la pensée et aux capacités associées à la pratique des sciences, y compris la compréhension et l'exploration de phénomènes naturels, et la résolution de problèmes. Les attentes concernant les liens entre les sciences, la technologie et la société mettent l'accent sur les processus par lesquels la connaissance scientifique est développée et sur les relations entre les sciences, la technologie et la société.

La dernière attente du *cours* fait le lien entre l'étude de la physique, les carrières, la vie quotidienne et les études ultérieures.

Bien qu'on ait spécifié les attitudes, les connaissances scientifiques, les habiletés et les liens STS, ils devraient être développés ensemble à l'intérieur d'un ou plusieurs des contextes énumérés ci-dessous.

PHYSIQUE 20-30

Attitudes

Les élèves seront encouragés à :

- apprécier le rôle de la preuve empirique et des modèles en sciences, et accepter l'incertitude dans les explications et les interprétations de phénomènes observés;
- apprécier la curiosité, l'ouverture à de nouvelles idées, la créativité, la persévérance et le travail de coopération démontrés par les scientifiques, et faire un effort pour développer ces mêmes caractéristiques personnelles;
- apprécier le rôle joué par les sciences et la technologie dans l'avancement de notre compréhension du monde naturel, avoir l'esprit ouvert et respecter des points de vue différents lors de l'évaluation de l'information scientifique et de ses applications, et apprécier que l'application des sciences et de la technologie par l'humanité peut avoir des effets bénéfiques mais aussi néfastes et peut amener des dilemmes éthiques;
- démontrer un intérêt soutenu pour les sciences, apprécier le besoin de posséder une certaine compétence en calcul, et de posséder aussi des habiletés de résolution de problèmes et de processus, et apprécier l'exactitude et l'honnêteté quand les résultats de problèmes et d'investigations sont communiques;
- reconnaître l'importance de manipuler, d'entreposer et de se débarasser des produits chimiques et des matériaux de façon sécuritaire et en faisant attention à l'environnement.

PHYSIQUE 20

Les élèves devront être capables :

Connaissances

- de comparer et de contraster les quantités scalaires et vectorielles; et d'appliquer le concept de champ pour expliquer quantitativement, en fonction de sa source, la direction et l'intensité, les effets gravitationnels des objets et des systèmes;
- de décrire, quantitativement, d'analyser et de prédire les transformations d'énergie mécanique, à l'aide des concepts de conservation d'énergie, de travail et de puissance;
- de décrire, quantitativement, d'analyser et de prédire le mouvement avec vitesse constante, l'accélération constante et le mouvement circulaire uniforme d'objets et de systèmes, à l'aide des concepts de cinématique, de dynamique, des lois du mouvement de Newton et de la loi de la gravitation universelle;

- d'utiliser les principes du mouvement harmonique simple et de la conservation d'énergie pour faire le lien entre les concepts de mouvement linéaire uniforme et circulaire uniforme et le comportement et les caractéristiques des ondes mécaniques;

- de décrire, quantitativement, d'analyser et de prédire le comportement de la lumière, à l'aide des concepts d'optique géométique et d'optique ondulatoire, et des techniques graphiques et mathématiques.

Habiletés

- de faire des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont quelques variables et qui donnent des preuves directes ou indirectes; et de donner des explications basées sur des théories et des concepts scientifiques;

- de recueillir, de vérifier et d'organiser des données dans des tableaux créés par eux-mêmes, et des graphiques et des diagrammes créés par d'autres, en utilisant des formes écrite et symbolique; et de décrire des découvertes ou des relations, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser et d'interpréter des données qui donnent des droites et des courbes sur un graphique; et d'utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et déterminer des nouvelles variables à l'aide des pentes et de l'aire sous les graphiques, de faire les graphiques correspondants et de dériver les relations mathématiques entre des variables;

- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, les méthodes numériques et algébriques, l'addition vectorielle à deux dimensions dans un plan et l'analyse d'unités pour résoudre des problèmes à une ou plusieurs étapes; et de communiquer les relations et les concepts scientifiques.

Rapports Sciences, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations simples dans une situation donnée où la preuve scientifique appuie ou réfute une théorie; et de décrire les limites des sciences et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et d'expliquer le plan et la fonction des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles la physique fait progresser la technologie et la technologie fait progresser la physique, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- d'expliquer, pour une situation donnée, comment les sciences et la technologie sont influencées et sont supportées par la société, et la responsabilité qu'a la société au moyen de la physique et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement les ressources naturelles;

- d'identifier des carrières reliées au sujet et d'appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Physique 20 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en physique.

PHYSIQUE 30

Les élèves devront être capables :

Connaissances

- de comparer et de contraster les quantités et les champs scalaires et vectoriels; et d'appliquer le concept de champ pour expliquer, quantitativement, et en fonction de leur source, la direction et l'intensité, les effets gravitationnels, électriques et magnétiques sur des objets et des systèmes;

- d'expliquer, quantitativement, d'analyser et de prédire les interactions physiques entre des objets et des systèmes, à l'aide des concepts de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement;

- de décrire, quantitativement, d'analyser et de prédire le comportement des charges électriques dans un champ électrique et/ou magnétique, à l'aide des principes de cinématique, de dynamique, de conservation d'éner-

gie et de charge électrique, d'électrostatique et d'électromagnétisme;

- d'expliquer, quantitativement, d'analyser et de prédire l'effet moteur et générateur impliquant un seul conducteur; et d'utiliser les principes électromagnétiques appropriés pour expliquer le plan et le fonctionnement des moteurs électriques simples des générateurs, des compteurs, des transformateurs et d'autres appareils électromagnétiques simples;

- d'illustrer, à l'aide d'exemples biophysiques, industriels ou autres, les applications technologiques des théories et des effets électromagnétiques; et de décrire, quantitativement, d'analyser et de prédire le fonctionnement de circuits simples de courant continu, à l'aide de la loi d'Ohm et des postulats de Kirchhoff;

- d'expliquer, quantitativement, les caractéristiques et les comportements des différentes composantes d'un spectre électromagnétique, et de résoudre des problèmes algébriquement, à l'aide de la relation entre la vitesse, la longueur d'onde et la fréquence des ondes électromagnétiques;

- d'expliquer, à l'aide d'exemples empiriques, le développement d'une théorie atomique contingente sur la dualité onde-particule de la matière et sur la probabilité statistique et son application technologique.

Habiletés

- de faire et d'évaluer des investigations et des tâches qui ont été écrites par eux-mêmes et par d'autres, qui ont plusieurs variables et qui donnent des preuves directes ou indirectes; et donner des explications et des interprétations à l'aide de théories et de concepts scientifiques;

- de recueillir, de vérifier et d'organiser des données dans des tableaux, des graphiques et des diagrammes créés par eux-mêmes, en utilisant des formes écrite et symbolique; et de décrire des découvertes ou des relations et de faire des prédictions, en utilisant le vocabulaire, la notation, les théories et les modèles scientifiques;

- d'analyser, d'interpréter et d'évaluer des données qui donnent des droites et des courbes sur un graphique; et d'utiliser la notation SI appropriée, les unités et les formules de base dérivées; et de déterminer de nouvelles variables, à l'aide des pentes et de l'aire sous la courbe des graphiques, de faire les graphiques correspondants, et d'utiliser des techniques de redressement de courbe pour dériver les relations mathématiques entre des variables à partir de graphiques;

- d'utiliser le langage mathématique des rapports et des proportions, les méthodes numériques et algébriques, l'addition vectorielle à deux dimensions dans un plan, l'analyse d'unités et les algorithmes algébriques dérivés pour résoudre des problèmes à plusieurs étapes; et de communiquer les relations et les concepts scientifiques.

Rapports Sciences, Technologie et Société

- d'appliquer le raisonnement de cause à effet pour formuler des relations dans une variété de situations où la preuve scientifique appuie ou réfute une théorie; et d'expliquer les limites des sciences et de la technologie pour répondre à toutes les questions et pour résoudre tous les problèmes, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- de décrire et d'évaluer le plan et la fonction des solutions technologiques à des problèmes pratiques, à l'aide de principes ou de théories scientifiques; et d'énoncer les façons par lesquelles la physique fait progresser la technologie et la technologie fait progresser la physique, à l'aide d'exemples appropriés et pertinents;

- d'expliquer et d'évaluer, pour une situation donnée, et à partir d'une variété de points de vue donnés, comment les sciences et la technologie sont influencées et supportées par la société; et d'évaluer la capacité et la responsabilité qu'a la société, grâce à la physique et à la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles;

- d'identifier des carrières reliées au sujet et d'appliquer les habiletés et les connaissances acquises en Physique 30 à la vie de tous les jours et à de nouveaux concepts rencontrés dans des études ultérieures en physique.

C. ATTENTES SPÉCIFIQUES POUR L'ÉLÈVE

LE CYCLE D'APPRENTISSAGE

Les «attentes spécifiques pour l'élève» se composent des attitudes, des habiletés et des connaissances qui seront présentées en Physique 20-30. Ce cycle d'apprentissage permet aux élèves de passer de :

- l'introduction, qui définit les paramètres d'une leçon, dans un rapport STS, qui se rapporte à la vie des apprenants et qui crée des liens entre les expériences d'apprentissage présentes et passées en plus d'anticiper des activités qui mettent l'emphase sur le raisonnement des élèves et sur ce qu'ils ont appris dans l'activité, à

- l'exploration expérimentale d'un nouveau contenu qui permet aux élèves d'identifier et développer des concepts-clés, des processus et des habiletés à partir de leur expérience, à

- une phase de formulation d'hypothèses où les concepts sont développés de sorte à décrire un aspect particulier de leur exploration expérimentale et où on leur permet de communiquer leur compréhension conceptuelle ou démontrer leurs habiletés ou comportement, à

- une phase d'élaboration où l'on met l'emphase sur la compréhension des concepts-clés et où l'on donne l'occasion de mettre en pratique les habiletés désirées et les stratégies de résolution de problèmes, à

- une phase d'application où les hypothèses, le vocabulaire et les modèles/constats élaborés au préalable sont appliqués à de nouvelles situations, et reliés à des principes et concepts-clés des sciences, à

- une évaluation finale de la signification du nouvel apprentissage dans un contexte STS afin d'évaluer leur compréhension et habiletés et donner ainsi l'occasion à l'enseignant d'évaluer le progrès des élèves en vue d'atteindre les standards du programme.

En physique, les élèves examinent des phénomènes liés à une gamme de sujets de façon à observer les rapports qui existent entre les sciences. Dans la mesure du possible, les exemples seront tirés du vécu de l'élève, de façon à ce que l'élève puisse faire le lien entre les connaissances scientifiques et la société qui l'entoure, la technologie que mettent au point les sociétés, et la nature même des sciences.

VUE GÉNÉRALE DU PROGRAMME

Le programme de Physique 20-30 insiste sur les concepts-clés des sciences : *le changement/la transformation*, *la diversité*, *l'énergie*, *l'équilibre*, *la matière* et *les systèmes*. Ces thèmes montrent les liens entre les unités d'étude des deux cours du programme, et fournissent aux enseignants une structure pour montrer aux élèves comment chaque section du programme se rapporte aux grandes idées scientifiques.

En plus de développer une compréhension solide des concepts et des principes fondamentaux des sciences, Physique 20-30 a pour but d'éduquer les élèves sur la nature des sciences et de la technologie et sur l'interaction entre la physique et la technologie. Les élèves doivent prendre conscience de l'impact formidable que la physique et la technologie ont sur la société mais, en même temps, ils doivent se rendre compte du rôle et des limites des sciences chimiques, des sciences en général et de la technologie dans la résolution de problèmes à caractère social.

PHYSIQUE 20

L'*énergie* est le thème commun à tous les modules de Physique 20, la *transformation*/le *changement* et la *matière* y jouant un rôle secondaire. L'*énergie* sous ses nombreuses formes cause les *transformations* et détermine la sorte de transformation que subit la *matière*.

Les concepts majeurs permettent à l'élève de créer des liens entre les quatre modules du cours ainsi qu'entre les huit modules des deux cours du programme.

Physique 20 comprend quatre modules d'étude :

Module 1 : Cinématique et dynamique
Module 2 : Mouvement circulaire et gravitation
Module 3 : Les ondes mécaniques
Module 4 : La lumière.

L'étude du mouvement et les causes de mouvement mettent l'accent sur le thème scientifique de *changement/transformation* dans le Module 1. Dans le Module 2, les principes du mouvement sont appliqués au mouvement circulaire et cela permet une étude de la gravitation. Le Module 3 présente le transfert d'*énergie* au moyen d'ondes mécaniques, et les caractéristiques des ondes sont étudiées dans le contexte du son. Le Module 4 est centré sur la nature de la lumière, forme d'*énergie* visible.

PHYSIQUE 30

La diversité de la *matière* et de l'*énergie* sont les thèmes prédominants du cours de Physique 30.

Les concepts majeurs permettent à l'élève de créer des liens entre les quatre modules du cours ainsi qu'entre les huit modules des deux cours du programme.

Physique 30 comprend quatre modules d'étude :

Module 1 : Les lois de la conservation
Module 2 : Forces et champs électriques
Module 3 : Forces et champs magnétiques
Module 4 : La nature de la matière

Le programme de Physique 30 élabore sur les concepts et les habilités présentés en Sciences 10 et Physique 20.

Dans le Module 1, on insiste sur le concept-clé d'*équilibre*, qu'illustre le phénomène fondamental de conservation dans l'univers physique. Dans le Module 2, on examine la nature électrique de la *matière*. Le Module 3 étudie la nature magnétique de la *matière* ainsi que les interactions électromagnétiques et les applications technologiques. Dans le Module 4, le concept quantique de l'*énergie* et de la *matière* est abordé via l'étude de la nature de l'atome, l'effet photoélectrique et la dualité onde-particule de la lumière. De plus, ce module se penche sur des applications de l'énergie nucléaire et la nature radioactive de l'atome.

PHYSIQUE 20

MODULE 1 : CINÉMATIQUE ET DYNAMIQUE

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Changement*, *Énergie* et *Systèmes*

Dans le Module 1, le *changement* de position et de vélocité des objets et des systèmes sont étudiés dans le cadre de la cinématique. L'étude du phénomène de la dynamique montre que le *changement* de niveaux d'*énergie* est la manifestation de l'effet des forces sur le mouvement des objets et des systèmes.

Le module étend l'étude du mouvement, abordée dans le Module 3, Sciences 7 : Force et mouvement, et approfondie dans le Module 4, Sciences 10 : L'énergie et les transformations, à l'étude formelle du mouvement uniforme, du mouvement accéléré uniformément, des lois du mouvement de Newton, et se termine par l'introduction formelle à l'énergie mécanique, au travail et à la puissance. Ceci fournit aux élèves les fondements pour poursuivre l'étude de la mécanique dans les modules et cours de physique ultérieurs.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- le *changement* de position et de vélocité des objets et des *systèmes* peut être décrit graphiquement et mathématiquement;
- les concepts de la dynamique établissent explicitement le rapport entre les forces et le *changement* de vélocité;
- le travail mécanique est un transfert d'*énergie*.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités;
- recueillir, enregistrer, organiser, communiquer et analyser des données sur les interactions physiques;
- relier, synthétiser et intégrer les données aux lois et aux principes de la cinématique et de la dynamique.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la nécessité d'avoir une certaine compétence en calcul pour quantifier le mouvement, l'*énergie*, le travail et la puissance;
- accepter l'incertitude dans les descriptions et les explications du mouvement dans le monde physique;
- être objectif dans l'évaluation des applications possibles des principes mécaniques à la nouvelle technologie;
- reconnaître le rôle que les principes de la mécanique jouent dans notre vécu quotidien;
- reconnaître la nécessité de communiquer de façon précise et honnête, toutes les preuves recueillies dans le cours d'une enquête sur les principes mécaniques;
- reconnaître la nécessité de preuves empiriques dans l'interprétation de phénomènes mécaniques observés;

- reconnaître le caractère limité des preuves quand il s'agit d'interpréter les résultats des interactions physiques.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Le *changement* de position et de vélocité des objets et des *systèmes* peut être décrit graphiquement et mathématiquement.	• le mouvement des objets et des systèmes peut être décrit en fonction du déplacement, du temps, de la vélocité et de l'accélération, en élaborant les principes du mouvement unidimensionnel du Module 4, Sciences 10, et en : – définissant opérationnellement, comparant et contrastant les quantités scalaires et vectorielles; – définissant la vélocité comme un changement dans le déplacement pendant un intervalle de temps; – définissant l'accélération comme un changement dans la vélocité pendant un intervalle de temps; – comparant le mouvement dont la vélocité est constante et variable et le mouvement dont l'accélération est constante et variable, la vélocité moyenne et instantanée; – expliquant le mouvement uniforme, et uniformément accéléré à l'aide de graphiques position-temps, vélocité - temps et accélération - temps; – appliquant les concepts de pente et d'aire sous la courbe pour déterminer la vélocité, le déplacement et l'accélération à partir de graphiques position-temps et vélocité-temps; – expliquant quantitativement le mouvement bidimensionnel, dans des plans horizontaux ou verticaux, à l'aide de quantités vectorielles; – expliquant le mouvement uniforme des objets, à l'aide de méthodes algébriques et graphiques à partir de descriptions verbales ou écrites et de données mathématiques;

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
– faire des expériences montrant les rapports entre l'accélération, le déplacement, la vélocité et le temps, en employant des minuteurs pour recueillir les données nécessaires; – déduire, de l'analyse graphique des données empiriques, les rapports mathématiques entre l'accélération, le déplacement, la vélocité et le temps pour le mouvement uniformément accéléré; – analyser les données empiriques graphiquement à l'aide de la ligne du meilleur ajustement pour découvrir des rapports mathématiques; – faire des expériences pour déterminer la valeur locale de l'accélération due à la gravité.	• démontrant leur compréhension du mouvement d'objets et de systèmes par rapport au temps, à la position, la vélocité et l'accélération et en expliquant le mouvement uniforme à l'aide de graphiques, d'algorithmes et de vecteurs; en recueillant et analysant graphiquement et numériquement des données pertinentes afin de déterminer les relations mathématiques entre l'accélération, le déplacement, la vélocité et le temps, dans le contexte : – d'évaluer la conception de structures et de mécanismes en fonction des principes de cinématique (par exemple, les rampes d'accès et de sortie des routes, les pistes d'aéroport, les parcs d'attractions foraines); OU – d'analyser l'emploi des concepts de cinématique dans la synchronisation des feux de circulation; OU – d'étudier et de faire un rapport sur les principes de cinématique employés dans les enquêtes d'accidents de la circulation; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

(suite)

- expliquant quantitativement le mouvement d'un objet par rapport à un autre objet, à l'aide des vecteurs de déplacement et de vélocité;
- employant correctement la notation delta pour décrire le changement des quantités;*
- employant l'analyse unitaire pour vérifier les résultats des solutions mathématiques.*

* À être élaboré au cours du programme.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les concepts de la dynamique établissent explicitement le rapport entre les forces et le *changement* de vélocité.	• les changements de vélocité sont le résultat d'une force résultante non compensée exercée sur un objet, en se rappelant les notions de force, d'inertie et de frottement du Module 3, Sciences 7, et en : – comparant et contrastant la masse, le volume et le poids; – expliquant comment une force cause un changement de mouvement; – appliquant la première loi du mouvement de Newton pour expliquer l'état de repos d'un objet ou le mouvement uniforme; – appliquant la deuxième loi du mouvement de Newton et en l'utilisant pour établir un rapport entre la force, la masse et l'accélération; – faisant un lien entre la troisième loi de Newton sur le mouvement et l'interaction entre deux objets, reconnaissant que les deux forces, qui ont la même ampleur mais qui ne vont pas dans la même direction, agissent sur des corps différents; – déterminant quantitativement la force nette ou résultante agissant sur un objet, en utilisant la somme vectorielle des composantes graphiquement et mathématiquement; – appliquant les lois du mouvement de Newton pour résoudre algébriquement des problèmes de mouvement linéaire dans des plans horizontaux, verticaux et inclinés près de la surface de la Terre (quant le frottement est inclus, seul l'effet de résistance de la force de frottement est considéré); – résolvant des problèmes de mouvement des projectiles près de la surface de la Terre, sans tenir compte de la résistance de l'air.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
– faire des expériences pour déterminer les rapports entre l'accélération, la force et la masse, en utilisant des minuteurs pour recueillir les données nécessaires; – utiliser des diagrammes de corps en chute libre pour organiser et communiquer des solutions aux problèmes de dynamique.	• comprenant qu'un changement de vélocité survient lorsque les forces résultantes ne sont pas compensées; en utilisant les lois de Newton pour expliquer et résoudre quantitativement, des problèmes de mouvement linéaire; et en faisant des expériences dans le but de recueillir et d'analyser mathématiquement, des données pertinentes aux problèmes de la dynamique, dans le contexte : – d'expliquer le mouvement des passagers dans une voiture changeant de vitesse et/ou de direction en fonction de la loi d'inertie; OU – d'évaluer le rôle que jouent les principes d'inertie et les lois de Newton dans la conception et l'emploi de mécanismes de prévention des accidents dans les voitures et les sports (par exemple, l'industrie et le domaine des affaires); OU – d'évaluer le rôle des principes de mécanique afin de résoudre des problèmes pratiques et d'adresser les besoins de la société, quand ils s'agit d'établir les restrictions légales comme les ceintures de sécurité et les limites de vitesse; OU – d'étudier et de faire un rapport au sujet de l'emploi des principes de la dynamique lors des enquêtes d'accidents de la circulation; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. Le travail mécanique est un transfert d'*énergie*.	• les échanges d'énergie mécanique comportent des transformations d'énergie cinétique et/ou potentielle, en élargissant les concepts d'énergie étudiés dans le Module 4, Sciences 10, et en :
	– définissant le travail mécanique comme mesure de l'énergie transférée;
	– définissant, quantitativement, la puissance comme étant la quantité de travail effectuée par unité de temps;
	– utilisant la loi de conservation de l'énergie pour analyser quantitativement les transformations d'énergie mécanique.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• utilisant le concept de la conservation de l'énergie mécanique pour comprendre et analyser quantitativement les transformations d'énergie mécanique et en employant des preuves empiriques et algorithmiques pour examiner et illustrer les rapports entre l'énergie mécanique, le travail et la puissance dans le contexte :
– faire des expériences pour étudier les rapports entre l'énergie mécanique, le travail et la puissance;	– d'évaluer la conception des mécanismes de transfert d'énergie en fonction des rapports entre l'énergie mécanique, le travail et la puissance (par exemple, des instruments domestiques simples, des ascenceurs, des escaliers roulants, des montepentes);
– employer des données empiriques et algorithmiques pour illustrer les rapports entre l'énergie mécanique, le travail et la puissance.	OU
	– d'étudier et de faire un rapport sur les carrières qui sont appuyées sur les besoins et les intérêts de la société et qui exigent la compréhension et l'application de la cinématique et de la dynamique;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 2 : MOUVEMENT CIRCULAIRE ET GRAVITATION

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Changement, Énergie, Équilibre* et *Systèmes*

Dans le Module 2, on explore le *changement* du mouvement et de la position des objets, ainsi que l'*équilibre* dynamique des *systèmes* planétaires dans une étude du mouvement circulaire et de la gravitation. Le mouvement circulaire uniforme est perçu comme un exemple de la conservation d'*énergie*.

Ce module élargit l'étude de cinématique et de dynamique du Module 1 au mouvement circulaire uniforme, une introduction au mouvement périodique. Les vecteurs bidimensionnels et les lois de Newton servent à analyser et expliquer le mouvement circulaire avec une vitesse orbitale uniforme. On y présente le concept de «champ» pour expliquer les effets de la gravitation, et on examine le rôle que les principes physiques du mouvement circulaire ont joué dans l'élaboration de la loi de la gravitation universelle de Newton. Le Module 2 fournit aux élèves des bases pour poursuivre l'étude de la mécanique et de champs dans les modules et cours de physique ultérieurs.

Les deux **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les lois du mouvement de Newton peuvent servir à expliquer le mouvement circulaire uniforme;
- les effets de la gravitation s'étendent à tout l'univers.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités;
- recueillir, enregistrer, organiser, communiquer et analyser des données sur les interactions physiques;
- relier, synthétiser et intégrer les données aux principes du mouvement circulaire uniforme et de la gravitation.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie.
- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la nécessité d'avoir une certaine compétence en calcul pour quantifier le mouvement et les effets gravitationnels;
- reconnaître le rôle fondamental des principes du mouvement circulaire quand il s'agit d'expliquer les phénomènes artificiels et naturels observés;
- reconnaître la contribution de Kepler, Newton et Cavendish à l'élaboration de la loi de la gravitation universelle;
- accepter l'incertitude dans les descriptions et les explications du mouvement circulaire et de la gravitation dans le monde physique;
- être objectif dans l'évaluation des applications possibles des principes du mouvement circulaire et de la gravitation à la nouvelle technologie;
- reconnaître le rôle que jouent les principes du mouvement circulaire et de la gravitation dans la vie quotidienne.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les lois du mouvement de Newton peuvent servir à expliquer le mouvement circulaire uniforme.	• le mouvement circulaire uniforme nécessite une force résultante non compensée de grandeur constante en : – décrivant le mouvement circulaire uniforme comme un cas spécial du mouvement bidimensionnel; – décrivant les forces du mouvement circulaire comme étant gravitationnelles, de frottement et électrostatiques; – expliquant quantitativement que l'accélération d'un objet en mouvement circulaire est centripète; – expliquant quantitativement le mouvement circulaire en fonction des lois du mouvement de Newton; – résolvant quantitativement des problèmes de mouvement circulaire, à l'aide de l'analyse algébrique et/ou l'analyse de graphiques de vecteurs; – expliquant quantitativement les rapports entre vitesse, fréquence, période et le mouvement circulaire; – analysant quantitativement le mouvement des objets se déplaçant à vitesse constante dans des cercles horizontaux ou verticaux près de la surface de la Terre.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le mouvement circulaire uniforme et son rapport aux lois du mouvement de Newton; en expliquant et résolvant quantitativement des problèmes de mouvement circulaire à l'aide de l'analyse algébrique et/ou graphique de vecteurs; et en déterminant de façon empirique les rapports entre la force résultante appliquée sur un objet en mouvement circulaire uniforme et la fréquence, la masse, la vitesse et le rayon de trajectoire, dans le contexte :
– faire des expériences pour déterminer les rapports entre la force résultante appliquée sur un objet en mouvement circulaire uniforme et la fréquence, la masse, la vitesse et le rayon de trajectoire.	– d'analyser les principes d'un centrifugeur et ses applications pour résoudre des problèmes dans l'industrie et la recherche; OU – d'analyser le mouvement d'une voiture, se déplaçant dans une courbe à vitesse constante, en fonction des lois de Newton du mouvement circulaire uniforme, du frottement et des relèvements de la route; OU – d'analyser en fonction des lois de Newton qui s'appliquent au mouvement circulaire uniforme, le mouvement d'un manège et d'un équipement de terrain de jeux se déplaçant dans des cercles horizontaux ou verticaux; OU – d'analyser quantitativement la fonction d'un tour de potier en fonction des lois de Newton qui s'appliquent au mouvement circulaire uniforme; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les effets de la gravitation s'étendent à tout l'univers.	• la gravité est une force universelle, en : – expliquant qualitativement comment une compréhension de la mécanique du mouvement circulaire et des lois de Kepler ont été utilisées dans le développement de la loi de la gravitation universelle de Newton; – expliquant qualitativement les principes se rapportant à l'expérience de Cavendish, utilisée pour déterminer la constante de la gravitation G; – liant la constante universelle de gravitation à la valeur locale de l'accélération due à la gravité; – prédisant quantitativement les changements de poids que subissent les objets sur différentes planètes; – définissant le «champ» comme un concept expliquant l'action à distance et l'appliquant pour décrire les effets de la gravitation; – appliquant quantitativement la deuxième loi de Newton ainsi que celle de la gravitation universelle pour expliquer le mouvement des planètes et des satellites, au moyen de l'approximation du mouvement circulaire; – prédisant la masse d'une planète à partir des données d'un satellite en mouvement circulaire uniforme; – expliquant qualitativement la forme de notre système solaire et celle des galaxies, en fonction des lois du mouvement de Newton et de la loi de la gravitation universelle de Newton.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que la gravité est un phénomène universel; en définissant le «champ» comme un concept expliquant l'action à distance et l'appliquant pour décrire les effets de la gravitation; et en expliquant, quantitativement, le mouvement des planètes et des satellites, à l'aide de la deuxième loi de Newton, de la loi de la gravitation universelle et de l'approximation du mouvement circulaire, dans le contexte :
– relier la force gravitationnelle aux problèmes de déplacement des planètes et des satellites à l'aide de la deuxième loi de Newton.	– de discuter et d'évaluer les applications possibles des conditions de «micropesanteur» dans le domaine de la recherche et de l'industrie manufacturière dans le but de faire progresser les connaissances scientifiques et technologiques, et l'effet des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique; OU – d'examiner le fonctionnement et les applications des satellites géosynchroniques pour faire progresser les connaissances dans le domaine des sciences et de la technologie, et l'effet des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique; OU – d'expliquer la distribution de la masse dans notre système solaire et/ou dans l'Univers en fonction de la théorie du chaos et de l'attraction universelle; OU – d'évaluer objectivement, en fonction des principes scientifiques et/ou des besoins, des intérêts et de l'appui de la société, l'effet désirable/l'avantage de concevoir et de construire une station spatiale et d'évaluer l'impact que la vie dans une station spatiale peut avoir sur la qualité de vie; OU – tout autre contexte pertinent.

MODULE 3 : LES ONDES MÉCANIQUES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Énergie* et *matière*

Dans le Module 3, on étudie la transmission d'*énergie* à travers la *matière* au moyen d'ondes mécaniques.

Ce module fournit une brève introduction au mouvement harmonique simple en tant que pont entre le mouvement circulaire périodique et l'oscillation linéaire. Les concepts de mouvement et d'*énergie* sont élargis à l'étude des caractéristiques et du comportement des ondes mécaniques. Le son est employé comme exemple d'une onde mécanique, et pour aider les élèves à comprendre le comportement et les caractéristiques des ondes. Ce module établit le lien entre le module sur la cinématique et la dynamique et le module sur la lumière.

Les deux **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- beaucoup de vibrations sont de simples harmonies;
- les ondes sont un moyen de transmettre de l'*énergie*.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés et les processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités;
- recueillir, enregistrer, organiser et communiquer des données à partir d'observations de phénomènes d'ondes mécaniques;
- relier, synthétiser et intégrer les données ou l'information pour prédire le comportement des ondes mécaniques.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la nécessité d'avoir une certaine compétence en calcul pour quantifier le comportement et les caractéristiques ondulatoires;
- reconnaître le rôle fondamental des principes des ondes mécaniques quand il s'agit d'expliquer les phénomènes artificiels et naturels observés;
- accepter l'incertitude dans les descriptions et les explications des phénomènes ondulatoires dans le monde physique;
- être objectif dans l'évaluation des applications possibles des principes des ondes mécaniques à la nouvelle technologie;
- reconnaître le rôle que jouent les principes des ondes mécaniques dans notre vécu quotidien.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Beaucoup de vibrations sont de simples harmonies.	• le mouvement harmonique simple sert à décrire le mouvement des ondes mécaniques en :
	– définissant le mouvement harmonique simple comme le mouvement dirigé vers un point fixe avec une accélération, due à une force de restitution, qui est proportionnelle au déplacement par rapport à la position d'équilibre;
	– expliquant qualitativement les rapports entre le déplacement, l'accélération, la vélocité et le temps pour un mouvement harmonique simple en fonction du mouvement circulaire uniforme;
	– expliquant quantitativement les rapports entre les énergies cinétiques, potentielles et mécaniques totales d'une masse exécutant un mouvement harmonique simple;
	– définissant la résonance et en suggérant des exemples de résonance mécanique et/ou acoustique;
	– décrivant le mouvement ondulatoire en fonction du mouvement harmonique simple des particules.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que le mouvement harmonique simple fait le lien entre le mouvement circulaire uniforme et les caractéristiques des ondes mécaniques; en expliquant et résolvant, à l'aide de processus mathématiques, des problèmes de mouvement harmonique simple; et liant, à partir de preuves empiriques, la fréquence et la période d'un mouvement harmonique simple aux caractéristiques physiques d'un système, dans le contexte :
– concevoir et faire une expérience qui montre que le mouvement harmonique simple peut être observé sur les objets dans certaines limites, et faire le lien entre la fréquence et la période du mouvement et les caractéristiques physiques du système (par exemple, une masse sur un ressort vertical léger ou un pendule simple);	– d'analyser qualitativement, en fonction de principes scientifiques, les forces amortissantes dans des exemples de mouvements harmoniques simples, tirés de la vie réelle (par exemple, ressorts dans la suspension de véhicules, horloges à pendule, métronomes);
	OU
– observer le phénomène de la résonance mécanique et acoustique;	– d'analyser des ondes sismiques ainsi que l'impact qu'elles peuvent avoir sur des structures à la surface de la Terre;
	OU
– prédire et vérifier les conditions requises pour que la résonance mécanique se produise.	– d'évaluer les implications de la résonance dans la conception de structures et de dispositifs comprenant des parties amovibles (par exemple, voitures, ponts, édifices);
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Les ondes sont un moyen de transmettre de l'*énergie*.	• l'énergie du mouvement harmonique simple peut être transmise sous forme d'onde à travers un milieu en :
	– décrivant les vibrations de particules moyennes comme étant la source d'ondes mécaniques;
	– comparant et contrastant la transmission de l'énergie par la matière qui bouge et par les ondes qui bougent;
	– expliquant les caractéristiques des ondes en fonction de la direction de la vibration des particules du milieu par rapport à la direction de la propagation de la perturbation;
	– définissant et employant les termes suivants : longueur d'onde, amplitude, transversale et longitudinale en décrivant les ondes;
	– expliquant comment une onde se déplace avec une vitesse déterminée par les caractéristiques du milieu;
	– établissant le rapport entre la fréquence d'une onde et la période de la source, et entre la vitesse de propagation et la fréquence et la longueur d'onde;
	– prédisant, quantitativement, et vérifiant l'effet qu'entrainerait le changement d'une variable ou d'une combinaison de variables dans le rapport $V = f\lambda$;
	– expliquant le comportement des ondes à la frontière entre deux milieux (par exemple, réflexion et réfraction lorsque l'extrémité est fermée ou ouverte);
	– prédisant le déplacement résultant lorsque deux ondes interfèrent;
	– expliquant l'effet Doppler pour un observateur stationnaire avec une source mobile, et un observateur mobile avec une source stationnaire.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les ondes mécaniques permettent la transmission d'énergie à travers un milieu; décrivant et expliquant, à l'aide des termes appropriés, certaines caractéristiques et comportement des ondes, tels la réflexion, la réfraction, l'interférence, la résonance et l'effet Doppler; et en recueillant et analysant des preuves empiriques décrivant le comportement et les caractéristiques des ondes mécaniques, dans le contexte :
– déterminer la vitesse d'une onde d'eau dans une cuve à ondes ou d'une vibration ondulatoire se propageant le long d'un ressort tendu ou d'une corde;	– d'étudier l'application des phénomènes acoustiques ainsi que d'autres caractéristiques et comportements d'ondes afin de résoudre des problèmes pratiques dans le domaine de la technologie médicale, industrielle et de recherche, en tenant compte de l'influence que peuvent avoir les besoins, les intérêts et l'appui financier de la société sur la recherche dans le domaine des sciences et de la technologie (par exemple, sonar, ultrason, sonographie, radar, grands orgues, instruments à vent et aux cuivres);
– observer les phénomènes de réflexion, réfraction, diffraction et interférence des ondes mécaniques;	OU
– dessiner un diagramme de l'onde résultante lorsque deux ondes interfèrent, en appliquant le principe de superposition;	– de déterminer l'impact du bruit et du son dans notre vie quotidienne et d'évaluer la conception et le fonctionnement de dispositifs de la réduction du bruit, et leur impact sur la qualité de vie;
– concevoir et faire des expériences pour mesurer la vitesse du son dans l'air en utilisant la résonance dans une colonne d'air qui est fermée à une extrémité;	OU
– identifier les différences comme l'intensité, le timbre et la qualité entre les sons.	– d'étudier les exigences et le potentiel des carrières dans le domaine du son qui sont appuyées sur les besoins et les intérêts de la société;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 4 : LA LUMIÈRE

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Diversité* et *Énergie*

Le Module 4 insiste sur l'*énergie* et la *diversité* dans l'étude de la nature et du comportement de la lumière.

Les élèves appliquent les connaissances acquises au sujet des caractéristiques et du comportement des ondes, en plus des principes et des méthodes d'optique des rayons au phénomène de la lumière. La nature des sciences est mise en valeur particulièrement par l'attention portée à l'emploi de modèles dans l'élaboration de la théorie de la lumière. Ce module fournit aux élèves des bases pour poursuivre l'étude de la radiation électromagnétique et du modèle photonique de la lumière en Physique 30.

Les deux **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- l'optique géométrique est un modèle utilisé pour expliquer la nature et le comportement de la lumière;
- le modèle ondulatoire de la lumière améliore notre compréhension du comportement de la lumière.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- proposer et planifier des activités;
- recueillir, enregistrer, organiser, communiquer et analyser des données à partir d'observations de phénomènes lumineux, en cernant les limites des données et de l'information obtenues;
- relier, synthétiser et intégrer pour établir un rapport entre les données et le comportement et les caractéristiques de la lumière.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les limites du savoir scientifique et de la technologie;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître que les modèles sont modifiés à mesure que sont présentées des preuves nouvelles ou contradictoires;
- reconnaître la nécessité d'avoir une certaine compétence en calcul pour quantifier le comportement de la lumière;
- reconnaître le rôle fondamental des modèles quand il s'agit d'expliquer les phénomènes naturels observés;
- accepter l'incertitude dans les descriptions et les explications du comportement et de la nature de la lumière;
- être objectif dans l'évaluation des applications possibles des principes de la nature de la lumière à la nouvelle technologie;
- reconnaître le rôle que les principes de la nature et du comportement de la lumière jouent dans notre vécu quotidien.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. L'optique géométrique est un modèle utilisé pour expliquer la nature et le comportement de la lumière.	• l'optique géométrique peut servir à expliquer les phénomènes lumineux observés en :
	– citant des preuves de la propagation linéaire de la lumière;
	– expliquant une méthode pour mesurer la vitesse de la lumière;
	– calculant le «c», ayant en main des données expérimentales de diverses méthodes employées pour mesurer la vitesse de la lumière;
	– définissant un rayon comme une ligne droite représentant la propagation rectiligne de la lumière;
	– expliquant, à l'aide des diagrammes de rayons, les phénomènes de dispersion, de réflexion et de réfraction sur des surfaces planes et uniformément courbes;
	– énonçant et employant la loi de Snell sous la forme, $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \partial_2$.
	– décrivant l'équation du miroir à partir de données empiriques;
	– résolvant des problèmes sur la réflexion et la réfraction employant des méthodes algébriques, trigonométriques et graphiques;
	– analysant des systèmes optiques simples qui comprennent un maximum de deux lentilles, ou un miroir et une lentille en employant des méthodes algébriques et/ou graphiques.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprennant et expliquant les phénomènes lumineux observés, la réflexion, la réfraction et la dispersion en fonction de l'optique géométrique, et résolvant des problèmes de réflexion et réfraction à l'aide de l'algèbre, la trigonométrie et des graphiques; et en recueillant et analysant mathématiquement des données pertinentes décrivant le comportement et les caractéristiques de la lumière, dans le contexte :
– concevoir et faire une expérience qui montre que la lumière se propage en ligne droite lorsqu'elle traverse un milieu uniforme; – faire des expériences pour montrer la réflexion et la réfraction sur des surfaces planes et uniformément courbes; – dériver des représentations mathématiques des lois sur la réflexion et la réfraction à partir de données obtenues à partir de ces expériences; – faire une expérience pour déterminer l'indice de réfraction de plusieurs substances différentes, et prédire les conditions requises pour que la réflexion interne totale se produise.	– d'évaluer l'influence de la technologie disponible sur les conceptions expérimentales, utilisées par Galilée, Rœmer, Huygens, Fizeau, Foucault, Michelson et les expérimentateurs contemporains, pour mesurer la vitesse de la lumière; OU – d'évaluer l'effet de la lumière sur les organismes vivants, et l'utilisation de la technologie de l'optique pour résoudre des problèmes pratiques (par exemple, croissance, vision); OU – d'évaluer et d'expliquer les applications technologiques et biologiques de la propagation linéaire, de la réflexion, la réfraction et la réflexion interne totale de la lumière afin de résoudre des problèmes pratiques; évaluer et expliquer comment ces applications réflètent les besoins, les intérêts et l'appui de la société (par exemple, jumelles, lunettes, conception de serres, capteurs solaires, fibres optiques); OU – d'étudier les exigences et le potentiel des carrières dans le domaine de l'optique qui sont appuyées sur les besoins et les intérêts de la société. OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. Le modèle ondulatoire de la lumière améliore notre compréhension du comportement de la lumière.	• l'optique ondulatoire peut expliquer des phénomènes lumineux que l'optique géométrique ne peut pas, en se rappelant du Module 3, le comportement des ondes pendant la réflexion, la réfraction et l'interférence en :
	– comparant les explications de la réflexion et de la réfraction par la théorie corpusculaire et par la théorie ondulatoire de la lumière;
	– expliquant, à l'aide de la théorie ondulatoire de la lumière, les phénomènes de réflexion et de réfraction;
	– expliquant pourquoi l'optique géométrique ne réussit pas à expliquer adéquatement les phénomènes de diffraction, d'interférence et de polarisation;
	– expliquant qualitativement l'interférence et la diffraction en employant le modèle ondulatoire de la lumière;
	– expliquant comment les résultats de l'expérience de la double fente de Young corroborent la théorie ondulatoire de la lumière;
	– résolvant des problèmes de double fente, en employant $\lambda = xd/nl$; et des problèmes de grille de diffraction, en employant $\lambda = d\sin\theta/n$;
	– expliquant qualitativement la polarisation en fonction du modèle ondulatoire de la lumière;
	– démontrant comment la loi de Snell sous la forme $\sin\theta_1/\sin\theta_2 = n_2/n_1 = v_1.v_2 = \lambda_1/\lambda_2$ vient corroborer le modèle ondulatoire de la lumière.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprennant que le modèle ondulatoire explique le comportement de la lumière durant le phénomène de l'interférence, la diffraction à double fente et la polarisation; et étudiant de façon empirique et analysant mathématiquement le phénomène de la diffraction et de l'interférence, dans le contexte :
– prédire les conditions requises pour que la diffraction soit observée;	– d'étudier et de faire un rapport sur l'influence de Newton et le rôle de la preuve expérimentale sur l'élaboration d'un modèle pour la théorie de la lumière;
	OU
– faire une expérience pour déterminer la longueur d'onde d'une source lumineuse dans l'air ou dans un liquide en employant l'appareil de la «double fente» de Young ou une grille de diffraction;	– d'identifier et d'expliquer qualitativement la tache de Poisson comme exemple du rôle que joue la preuve expérimentale dans l'accumulation de connaissances, et la façon par laquelle des théories proposées peuvent être appuyées, modifiées ou réfutées où un modèle a prédit de nouveaux phénomènes lumineux;
– prédire et faire une expérience pour vérifier, les effets sur une figure d'interférence occasionnée par des changements dans une ou plusieurs des variables suivantes : longueur d'onde, largeur de la fente et distance de l'écran.	OU
	– d'analyser qualitativement la structure et la fonction de filtres polarisants dans la nature et la vie de tous les jours en fonction de principes scientifiques (par exemple, lunettes de soleil, photographie, abeilles, calculatrice avec diodes et affichage à cristaux liquides);
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

PHYSIQUE 30

MODULE 1 : LES LOIS DE LA CONSERVATION

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Énergie* et *Équilibre*

Dans le Module 1, on explore l'*énergie* et l'*équilibre* dans le monde physique, au cours de l'étude de la conservation de l'*énergie* et de la quantité de mouvement.

Dans ce module, les concepts d'*énergie* du Module 4, Sciences 10 : L'énergie et les transformations, et du Module 1, Physique 20 : Cinématique et dynamique, sont revus et élargis. La nature vectorielle de la quantité de mouvement est explorée au moyen de solutions algébriques et graphiques de problèmes de conservation de la quantité de mouvement linéaire. Les principes appris sont approfondis par l'analyse d'interactions physiques communes et concrètes. Ce module fournit aux élèves des bases pour poursuivre l'étude de la mécanique dans les modules ultérieurs et les prépare aux études postsecondaires en physique.

Les deux **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- la conservation de l'*énergie* dans un *système* fermé est un concept fondamental de physique;
- la quantité de mouvement se conserve quand les objets interagissent entre eux dans un *système* fermé.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités;
- recueillir, enregistrer, organiser, communiquer et analyser des données recueillies sur des interactions physiques;
- relier, synthétiser et integrer pour établir un rapport entre les données et les lois et principes de conservation d'énergie et de quantité de mouvement.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la nécessité d'avoir une certaine compétence en calcul pour quantifier la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement;
- reconnaître la nécessité de la simplicité dans les explications scientifiques des interactions physiques complexes, et le rôle que jouent les lois de la conservation dans beaucoup de ces explications;
- être objectif dans l'évaluation des applications possibles des principes de la conservation à la nouvelle technologie;
- reconnaître le rôle que jouent les principes de conservation dans notre univers quotidien;
- reconnaître la nécessité de preuves empiriques pour interpréter les phénomènes de conservation observés;

- reconnaître le caractère limité des preuves quand il s'agit d'interpréter les résultats des interactions physiques;

- accepter l'incertitude dans les descriptions et les explications de la conservation dans le monde physique;

- reconnaître la nécessité de communiquer, de façon précise et honnête, toutes les preuves recueillies au cours d'une enquête scientifique sur les principes de la conservation.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La conservation de l'*énergie* dans un *système* fermé est un concept fondamental de physique.	• les interactions d'énergie mécanique comportent des transformations d'énergie cinétique et potentielle en étendant les concepts d'énergie mécanique et les méthodes de résolution de problèmes étudiés dans le Module 1, Physique 20, et en : – décrivant l'énergie et la masse comme des quantités scalaires; – rapprochant les concepts de la conservation de la masse et de l'énergie en faisant une analyse qualitative du concept, proposé par Einstein, de l'équivalence de la masse et de l'énergie; – définissant l'énergie mécanique comme la somme de l'énergie potentielle et cinétique; – résolvant des problèmes de conservation, en se servant d'analyses algébriques et/ou graphiques; – analysant et résolvant quantitativement des problèmes de cinématique et de dynamique, à l'aide des concepts de conservation d'énergie mécanique, en appliquant les méthodes de résolution de problèmes déjà étudiées.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprennant que des changements d'énergie potentielle et cinétique ont lieu durant des interactions d'énergie mécanique; en analysant et résolvant, quantitativement, des problèmes de dynamique et de cinématique à l'aide des concepts de l'énergie mécanique et d'analyses algébriques et/ou graphiques; et en recueillant et analysant graphiquement des données pertinentes qui inférent des rapports mathématiques, dans le contexte :
– concevoir et faire des expériences démontrant la loi de conservation de l'énergie, et les rapports entre l'énergie mécanique potentielle et cinétique;	– d'évaluer et de faire un rapport sur l'application des principes de conservation dans la recherche et la conception de modèles;
– employer des diagrammes de corps en chute libre (diagrammes de forces) pour organiser et communiquer la solution aux problèmes de conservation;	OU
– analyser graphiquement des données, en employant des techniques de redressement des courbes pour découvrir les rapports mathématiques.	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. La quantité de mouvement se conserve quand les objets interagissent entre eux dans un *système* fermé.	• les lois de conservation constituent un moyen simple d'expliquer les interactions entre les objets, en :
	– décrivant la quantité de mouvement comme une quantité vectorielle;
	– définissant la quantité de mouvement comme étant égale au produit de la masse et de la vitesse de l'objet;
	– rapprochant quantitativement les lois du mouvement de Newton à l'explication du concept d'impulsion et de la quantité de mouvement;
	– expliquant quantitativement, au moyen de vecteurs, que la quantité de mouvement semble se conserver pendant les interactions unidimensionnelles et bidimensionnelles, entre objets sur une surface plane (les règles sinus et cosinus ne sont pas requises);
	– définissant, comparant et contrastant, à l'aide d'exemples quantitatifs, les collisions élastiques et inélastiques;
	– comparant les lois de conservation scalaires et vectorielles.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprennant que la loi de conservation de la quantité de mouvement tente d'expliquer les interactions entre divers objets; en expliquant ceci quantitativement au moyen de vecteurs et d'interactions unidimensionnelles et bidimensionnelles sur une surface plane; et en obtenant et analysant des preuves empiriques qui démontrent la conservation de la quantité de mouvement et qui estiment et prédisent le résultat des interactions, dans le contexte :
- faire et analyser des expériences pour montrer la conservation de la quantité de mouvement et le principe d'impulsion; - faire une approximation, estimer et prédire les résultats des interactions en se basant sur la compréhension des lois de conservation.	- d'évaluer le rôle que jouent les lois de conservation et le concept d'impulsion dans la conception et l'utilisation de dispositifs de sécurité pour les voitures et l'équipement sportif (par exemple, sacs d'air, systèmes pour retenir les enfants, chaussures de course, casques); OU - d'analyser comment la nécessité de diminuer la quantité de mouvement sur une longue période a influencé la conception de cordes utilisées dans les activités comme « bunji jumping » et l'alpinisme; OU - d'examiner et de faire un rapport sur une technologie élaborée pour améliorer l'efficacité du transfert d'énergie dans le but de réconcilier les besoins énergétiques de la société et sa responsabilité de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources énergétiques; OU - d'examiner et de faire un rapport sur un dispositif de sécurité qui se traduit par une économie pour les consommateurs et la société en fonction du problème qui est adressé et son impact sur la qualité de vie; OU - tout autre contexte pertinent.

MODULE 2 : FORCES ET CHAMPS ÉLECTRIQUES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Diversité* et *Matière*

Le Module 2 insiste sur la *diversité* de la *matière*, tandis que la nature électrique de la matière est considérée dans le contexte des interactions électriques.

Les élèves apprennent les principes de l'électrostatique et comment décrire mathématiquement l'interaction des charges électriques à partir de données empiriques. Le concept de champ, introduit au Module 2, Physique 20 : Mouvement circulaire et gravitation, est appliqué au phénomène électrique. Les concepts du Module 1, Physique 20 : Cinématique et dynamique, sont étendus à la dynamique des particules chargées. Le module se termine par la présentation de l'*énergie* électrique et des circuits simples en courant continu. Ce module fournit aux élèves des bases pour poursuivre l'étude des principes électriques dans les modules ultérieurs et les prépare aux études postsecondaires en physique.

Les quatre **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- les lois qui gouvernent les interactions électriques sont employées pour expliquer le comportement des charges électriques au repos;
- la loi de Coulomb établit un lien entre la charge électrique et la force électrique;
- la théorie du champ électrique est un modèle employé pour expliquer comment les charges interagissent;
- les circuits électriques facilitent l'emploi de l'*énergie* électrique.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités;
- recueillir, enregistrer, organiser, communiquer et analyser des données sur les interactions électriques;
- relier, synthétiser et intégrer pour établir un rapport entre les données et les lois et principes des forces et des champs électriques.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la nécessité d'avoir une certaine compétence en calcul pour quantifier les interactions électriques;
- reconnaître la nécessité de prendre des mesures de sécurité quand on travaille avec l'électricité;
- se montrer responsables face aux changements environnementaux et sociaux dans la mesure où ils sont liés à l'emploi et à la production de l'*énergie* électrique;
- reconnaître le caractère limité des preuves quand il s'agit d'interpréter les résultats des interactions électriques;

- accepter l'incertitude dans les descriptions et les explications des phénomènes électriques dans le monde physique;

- être objectif dans l'évaluation des applications possibles des principes électriques à la nouvelle technologie;

- reconnaître le rôle que jouent les principes de l'électricité dans notre univers quotidien.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. Les lois qui gouvernent les interactions électriques sont employées pour expliquer le comportement des charges électriques au repos.	• le modèle électrique de la matière est fondamental pour expliquer les interactions électriques, en : – décrivant la matière comme contenant des particules positives et négatives discrètes; – expliquant les interactions électriques en fonction de la loi de la conservation de la charge; – expliquant les interactions électriques en fonction de la loi de la charge électrique (deux types de charge; les charges semblables se repoussent, les charges opposées s'attirent); – comparant les méthodes de transfert des charges : conduction et induction.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que le modèle électrique de la matière est fondamental à la compréhension des phénomènes électriques; en expliquant les interactions électriques en fonction de la loi de la conservation de la charge et de la loi de la charge électrique; et en étudiant, de façon empirique et en expliquant l'électrostatique au moyen de la nature électrique de la matière, dans le contexte :
– faire une activité pour montrer la nature électrique de la matière, en employant des méthodes d'électrification, et décrire les observations en fonction des lois de l'électrostatique;	– d'évaluer comment les principes de l'électrostatique sont employés pour résoudre des problèmes dans l'industrie et la technologie, améliorant ainsi la qualité de vie (par exemple, téléphones, photocopieurs, nettoyeurs d'air électrostatique et précipitateurs, etc.);
– prendre des mesures de sécurité en faisant des expériences électriques;	OU
	– d'examiner la décharge électrique naturelle et artificielle et la nécessité de mettre une prise de terre en fonction des principes scientifiques et limites des sciences quand il s'agit de fournir des réponses complètes à toutes les questions;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. La loi de Coulomb établit un lien entre la charge électrique et la force électrique.	• la loi de Coulomb explique les rapports entre la force, la charge et la distance, en :
	– expliquant qualitativement les principes se rapportant à l'expérience de l'équilibre de torsion de Coulomb;
	– expliquant quantitativement, à l'aide de la loi de Coulomb et de vecteurs, l'interaction électrostatique entre des charges ponctuelles discrètes;
	– comparant le rapport du carré inverse tel qu'il est exprimé par la loi de Coulomb et la loi de la gravitation universelle de Newton.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que la loi de Coulomb explique les rapports entre la force, la charge et la distance; en expliquant quantitativement, à l'aide de la loi de Coulomb et de vecteurs, l'interaction électrostatique entre des charges ponctuelles discrètes; et en recueillant et analysant des données pertinentes qui infèrent les rapports mathématiques entre la force, la charge et la distance, dans le contexte :
– faire une expérience pour montrer les rapports entre la grandeur de la charge, la force électrique et la distance;	– de comparer et contraster les conceptions expérimentales employées par Coulomb et Cavendish en fonction du rôle de la technologie dans l'avancement des sciences;
	OU
– inférer à l'aide de preuves empiriques, le rapport mathématique entre la force, la charge et la distance.	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. La théorie du champ électrique est un modèle employé pour expliquer comment les charges interagissent.	• le concept de champ est appliqué aux interactions électriques, en étendant la définition de champ du Module 2, Physique 20, et en : – comparant les champs scalaires et vectoriels; – comparant les forces et les champs; – expliquant quantitativement, à l'aide de la somme vectorielle, les champs électriques en fonction de l'intensité (force) et de la direction par rapport à la source du champ; – expliquant quantitativement, à l'aide de la somme vectorielle, les champs électriques en fonction de l'intensité (force) et de la direction par rapport à l'effet sur une charge électrique; – prédisant, en employant des méthodes algébriques et/ou graphiques, la trajectoire d'une charge électrique mobile dans un champ électrique uniforme, en appliquant des concepts de cinématique et de dynamique; – expliquant quantitativement les interactions électriques, en employant les lois de la conservation de l'énergie et de la charge.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le concept de «champ» comme il s'applique aux interactions électriques; expliquant quantitativement, à l'aide de la somme vectorielle, les champs électriques en fonction de l'intensité et de la direction par rapport à la source du champ et par rapport à l'effet sur une charge électrique; et en traçant des diagrammes de champ électrique en employant les lignes de champ et en faisant le lien entre la force centripète et la force électrique, dans le contexte :
– tracer des diagrammes de champ électrique en employant les lignes de champ, pour les champs induits par des charges ponctuelles discrètes, des combinaisons de charges ponctuelles discrètes (charges semblables et opposées) et des plaques parallèles chargées;	– d'évaluer la théorie du champ électrique comme modèle employé pour expliquer le comportement des charges électriques en vue d'appuyer la preuve expérimentale;
	OU
– comparer, à l'aide de la deuxième loi de Newton, la force électrique au mouvement d'une charge électrique suivant un profil courbé dans un champ électrique.	– d'expliquer qualitativement comment on a résolu le problème de protéger les éléments sensibles d'un ordinateur contre les champs électriques;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. Les circuits électriques facilitent l'emploi de l'*énergie* électrique.	• la loi d'Ohm et les postulats de Kirchhoff sont essentiels pour expliquer les circuits électriques simples, en :
	– définissant le courant, la différence de potentiel, la résistance et la puissance en employant la terminologie appropriée;
	– définissant l'ampère comme une unité scientifique fondamentale, et établissant son rapport avec le coulomb et la seconde;
	– distinguant entre le courant conventionnel et le flux d'électrons;
	– expliquant la loi d'Ohm comme un rapport empirique plutôt que théorique;
	– quantifiant l'énergie et la puissance électriques dissipées dans une résistance en employant la loi d'Ohm;
	– expliquant les postulats du courant et de la tension de Kirchhoff comme consequence logique des lois de conservation de l'énergie et de la charge;
	– analysant quantitativement des circuits simples de courant continu en parallèle et/ou en série en fonction des variables de différence de potentiel, de courant et de résistance, en employant les postulats de Kirchhoff et/ou la loi d'Ohm. (Les solutions exigeant l'utilisation des postulats de Kirchhoff devraient être limitées à des réseaux qui n'ont que deux sources de pouvoir et trois embranchements de courant.)

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant et analysant quantitativement des circuits simples de courant continu en parallèle et en série en fonction de la loi d'Ohm et des postulats de Kirchhoff; quantifiant l'énergie et la puissance électrique dissipées dans une résistance en employant la loi d'Ohm; et en déterminant les rapports entre énergie/puissance électrique, courant, résistance et tension à partir de preuves empiriques et théoriques, dans le contexte :
– déterminer les rapports entre énergie/puissance électrique, courant, résistance et tension à partir de preuves empiriques et théoriques;	– d'analyser les applications technologiques courantes de l'électricité afin de résoudre des problèmes concrets dans notre vie (par exemple, grille-pain, séchoir à cheveux, appareillage électrique); OU
– faire une expérience expliquant les rapports entre courant, tension et résistance;	– de comparer et de contraster l'énergie électrique à d'autres sources d'énergie par rapport à des facteurs comme le coût, le potentiel énergétique, les risques et les avantages pour la société, la sécurité et l'impact que peuvent avoir ces facteurs sur la qualité de vie des générations à venir; OU
– concevoir, analyser et résoudre des circuits simples de courant continu;	– d'analyser l'emploi de réseaux en parallèle et en série dans les circuits ménagers en fonction des problèmes abordés/résolus; OU
– tracer des diagrammes de circuits simples de courant continu, en employant les symboles acceptés pour les composantes du circuit;	– d'examiner le besoin et la fonction des disjoncteurs dans les circuits ménagers; OU
– concevoir et faire une expérience montrant l'effet thermique de l'énergie électrique.	– d'analyser les risques d'une décharge électrique en fonction des principes scientifiques; OU
	– d'examiner les exigences et le potentiel des carrières dans le domaine de l'électricité qui sont appuyées sur les besoins et les intérêts de la société; OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 3 : FORCES ET CHAMPS MAGNÉTIQUES

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Diversité* et *Matière*

Le Module 3 insiste sur la *diversité* de la *matière*, tandis que la nature magnétique de la matière est considérée dans le contexte des interactions électriques et magnétiques.

Le concept de champ, introduit au Module 2, Physique 20 : Mouvement circulaire et gravitation, est appliqué au phénomène magnétique. Les concepts du Module 1, Physique 20 : Cinématique et dynamique, sont appliqués à la dynamique des particules chargées dans des champs magnétiques. Les principes de l'électromagnétisme sont appliqués aussi à une étude du fonctionnement des moteurs électriques, des génératrices et des transformateurs. Le module se termine par la présentation des caractéristiques du spectre électromagnétique et des circuits de courant alternatif. Ce module fournit aux élèves des bases pour poursuivre l'étude des principes électromagnétiques dans les modules ultérieurs et les prépare aux études postsecondaires en physique.

Les trois **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- la théorie de champ magnétique est un modèle utilisé pour décrire le comportement magnétique;
- l'électromagnétisme se retrouve dans tout l'Univers;
- la radiation électromagnétique est une manifestation physique de l'interaction de l'électricité et du magnétisme.

Dans ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- initier et planifier des activités;
- recueillir, enregistrer, organiser et communiquer des données à partir d'interactions électromagnétiques;
- relier, synthétiser et intégrer pour établir un rapport entre les données et les lois et principes des forces et des champs magnétiques.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées modifiées ou réfutées;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les effets des besoins, des intérêts et de l'appui financier de la société sur la recherche scientifique et technologique;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître la nécessité d'avoir une certaine compétence en calcul pour quantifier les phénomènes électromagnétiques;
- reconnaître le parallélisme dans les caractéristiques des phénomènes électriques, gravitationnels et magnétiques;
- reconnaître la nécessité de prendre des mesures de sécurité quand on travaille avec l'électricité;
- reconnaître le caractère limité des preuves quand il s'agit d'interpréter les résultats des interactions électromagnétiques;

- accepter l'incertitude dans les descriptions et les explications des phénomènes électromagnétiques dans le monde physique;

- être objectif dans l'évaluation des applications possibles des principes électromagnétiques à la nouvelle technologie;

- reconnaître le rôle que jouent les principes de l'électricité et du magnétisme dans notre univers quotidien.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. La théorie de champ magnétique est un modèle utilisé pour décrire le comportement magnétique.	• la théorie du champ peut servir à décrire les interactions magnétiques, en : – expliquant la source des caractéristiques magnétiques de la matière en fonction de domaines magnétiques; – comparant les propriétés magnétiques de la Terre et celles des aimants artificiels; – expliquant les interactions magnétiques en fonction de champs vectoriels; – comparant les champs gravitationnels, électriques et magnétiques en fonction de leur source et de leur direction.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
– tracer des diagrammes de champ magnétique en employant les lignes de champ; montrer la forme et l'orientation des champs magnétiques résultant de pôles magnétiques ou conducteurs porteurs de courant.	• comprenant que la théorie du champ sert à décrire les interactions magnétiques; comparant et contrastant les champs et les interactions électriques, magnétiques et gravitationnels en fonction de leur source, leur direction et leurs vecteurs; et en employant les lignes de champ pour montrer la forme et l'orientation des champs magnétiques résultant d'une variété de sources, dans le contexte : – d'évaluer la théorie du champ magnétique comme modèle pour décrire et prédire les observations du comportement magnétique en s'appuyant sur des preuves; OU – de discuter des développements contemporains dans les domaines de l'électricité et du magnétisme, et leur impact immediat et potentiel sur notre vie (par exemple, superconductivité); OU – d'examiner et de faire un rapport sur le rôle du magnétisme dans le comportement des organismes vivants en fonction du caractère limité des connaissances scientifiques et de la technologie et en fonction de la qualité de vie; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. L'électromagnétisme se retrouve dans tout l'Univers.	• les champs et forces magnétiques sont décrits par rapport aux courants électriques, en étendant les concepts électromagnétiques du Module 4, Sciences 9, et en :
	– montrant comment les découvertes de Œrsted et Faraday forment le fondement de la théorie qui rapproche l'électricité au magnétisme;
	– décrivant une charge mobile comme la source d'un champ magnétique et prédisant l'orientation du champ magnétique à partir de la direction du mouvement;
	– prédisant quantitativement comment un champ magnétique et/ou électrique uniforme affecte une charge mobile, en employant les rapports entre la charge, le mouvement et la direction du champ;
	– rapprochant, en expliquant qualitativement, l'interaction entre un champ magnétique et une charge mobile, par rapport à l'effet que le champ magnétique a sur le conducteur porteur de courant;
	– prédisant quantitativement l'effet d'un champ magnétique externe sur un conducteur porteur de courant;
	– décrivant les effets du déplacement d'un conducteur dans un champ magnétique externe, en employant l'analogie d'une charge mobile dans un champ magnétique;
	– prédisant quantitativement les effets qu'a un champ magnétique sur un conducteur mobile;

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant le rapport qui existe entre les forces et les champs magnétiques et les courants électriques; prédisant quantitativement l'effet d'un champ électrique et/ou magnétique uniforme sur une charge électrique mobile tout en expliquant les effets des moteurs et des génératrices; et en analysant les preuves empiriques des interactions champ magnétique/courant, dans le contexte :
– concevoir, faire et analyser des expériences pour montrer les interactions champ magnétique/courant;	– d'identifier et d'analyser l'application des interactions électromagnétiques à plusieurs sortes de technologie;
	OU
– employer LHR ou RHR (les règles de la main gauche ou de la main droite) pour prédire les directions relatives du mouvement, de la force et du champ dans des dispositifs électromagnétiques;	– d'expliquer qualitativement la conception et la fonction des moteurs, à courant continu ou alternatif (AC/DC), des génératrices, des compteurs et d'autres appareils électromagnétiques simples, en employant la terminologie scientifique appropriée;
	OU
– comparer, à l'aide de la deuxième loi de Newton, la force magnétique au mouvement d'une charge électrique suivant un profil courbé dans un champ magnétique.	– d'évaluer l'impact du transformateur et du courant alternatif sur la génération, la transmission et l'emploi de l'énergie électrique et le résultat que ceci aura sur la qualité de vie;
	OU
	– d'évaluer objectivement les applications biomédicales de la technologie électromagnétique en fonction de son habileté à résoudre des problèmes concrets et de l'influence que les besoins, les intérêts et l'appui financier de la société ont eu sur son développement (par exemple, tomographie par émission de positons (TEP) ou image par résonance magnétique (IRM));

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	(suite)
	– prédisant quantitativement, et vérifiant l'effet du changement d'une variable ou d'une combinaison de variables, dans le rapport $N_p/N_s = V_p/V_s = I_s/I_p$;
	– expliquant et calculant le rapport entre les valeurs réelles et maximales de la tension et du courant dans des appareils en courant alternatif, à l'aide de toutes les informations nécessaires;
	– discutant qualitativement de la loi de Lenz, en fonction de la conservation de l'énergie, et en décrivant, à l'aide d'exemples, des situations où s'applique la loi de Lenz.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
	(suite)
	OU
	– d'analyser le parallélisme parmi les phénomènes électriques, magnétiques et gravitationnels en fonction de preuves empiriques et d'évaluer l'importance des lois de la conservation dans l'accumulation de connaissances;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. La radiation électromagnétique est une manifestation physique de l'interaction de l'électricité et du magnétisme.	• la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell développait les généralisations d'Œrsted et de Faraday, en :
	– énonçant que la radiation électromagnétique est le résultat de charges électriques en accélération et démontre le comportement ondulatoire;
	– comparant et contrastant les composantes du spectre électromagnétique par rapport à leur fréquence, longueur d'onde et énergie;
	– résolvant algébriquement des problèmes, en employant le rapport entre la vitesse, la longueur d'onde, la période, la fréquence et/ou la distance des ondes électromagnétiques;
	– comparant et contrastant les processus naturels et technologiques par lesquels sont produites les composantes majeures du spectre électromagnétique;
	– expliquant qualitativement la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell;
	– expliquant la propagation de la radiation électromagnétique en fonction de champs électriques et magnétiques perpendiculaires, qui varient selon le temps d'éloignement de la source à la vitesse de la lumière;
	– expliquant quantitativement comment différentes sortes de radiations électromagnétiques interagissent avec la matière, y inclus les effets biologiques (par exemple, les micro-ondes, la radiation ultraviolette, les rayons X).

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que la radiation électromagnétique est une manifestation physique de l'interaction entre l'électricité et la magnétisme; expliquant la propagation de la radiation électromagnétique en fonction de champs électriques et magnétiques; et en démontrant le comportement ondulatoire de la radiation électromagnétique tout en prédisant les conditions requises pour l'émission de la radiation électromagnétique, dans le contexte :
– faire des expériences et/ou des simulations pour montrer le comportement ondulatoire de la radiation électromagnétique;	– d'évaluer les risques et les bienfaits de la technologie employant la radiation électromagnétique pour résoudre des problèmes concrets, en fonction de son effet sur la qualité de vie; les limites des sciences et de la technologie, les besoins, les intérêts et l'appui de la société;
– prédire les conditions requises pour l'émission de la radiation électromagnétique.	OU
	– de faire des recherches, un rapport et une évaluation de l'utilisation de la technologie de la radiation électromagnétique dans les domaines scientifiques, tels que la biologie, la chimie, la médecine, l'astronomie, etc. en fonction des besoins, des intérêts et de l'appui de la société ainsi que de sa contribution à l'accumulation des connaissances scientifiques;
	OU
	– d'examiner les exigences et le potentiel des carrières dans le domaine de l'électromagnétisme qui sont appuyées sur les besoins et les intérêts de la société;
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

MODULE 4 : LA NATURE DE LA MATIÈRE

VUE GÉNÉRALE

Thèmes scientifiques : *Diversité, Énergie* et *Matière*

Dans le Module 4, la *diversité*, l'*énergie* et la *matière* sont étudiées tandis que la nature électrique de la **matière** est considérée dans le contexte de l'élaboration des concepts du quantum, de la théorie atomique et des processus nucléaires.

Les élèves étudient la découverte de l'électron et l'élaboration du modèle quantum de l'atome à partir des connaissances acquises dans le Module 3, Science 10 : La matière et l'énergie dans les transformations chimiques. L'étude de l'effet photoélectrique et le modèle photonique de la lumière fait le lien avec le Module 4, Physique 20 : La lumière, où on insiste sur la nature ondulatoire de la lumière. L'étude de la radiation, des caractéristiques des réactions de fission et de fusion, de la quantification de l'*énergie* et de la façon dont les niveaux d'*énergie* dans la nature appuient la théorie atomique moderne, servent de conclusion au module. Ce module prépare les élèves aux études postsecondaires dans des disciplines connexes.

Les quatre **concepts majeurs** présentés dans ce module sont :

- l'atome a une nature électrique;
- l'effet photoélectrique **exige** l'adoption du modèle photonique de la lumière;
- le fission et la fusion nucléaires sont les sources d'*énergie* les plus puissantes dans la nature;
- les niveaux d'*énergie* dans la nature appuient la théorie atomique moderne.

Au cours de ce module, *les élèves acquerront* les **habiletés** et les **processus cognitifs** associés à la pratique des sciences, notamment :

- recueillir, enregistrer, organiser et communiquer des données;
- analyser des données expérimentales, des preuves empiriques et théoriques qui appuient les concepts de l'électron et du quantum;
- relier, synthétiser et intégrer pour établir un rapport entre les données et un modèle théorique de l'atome et les principes de la dualité onde-particule dans la *matière*.

Les **rapports STS** de ce module serviront à illustrer :

- le rôle central de la preuve expérimentale dans l'accumulation des connaissances, et la façon dont les théories proposées peuvent être corroborées, modifiées ou réfutées;
- les limites des sciences quant à l'apport de réponses complètes à toutes les questions;
- le fonctionnement de produits ou de processus fondé sur des principes scientifiques;
- l'effet réciproque qu'a l'avancement des sciences sur la technologie;
- l'emploi de la technologie pour résoudre des problèmes pratiques;
- les limites du savoir scientifique et de la technologie;
- la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations à venir.

ATTITUDES

On encouragera les élèves à :

- reconnaître que les modèles peuvent être modifiés à mesure que de nouvelles preuves ou des preuves contradictoires sont présentées;

- reconnaître le rôle des mathématiques dans l'évaluation des risques et des bienfaits de la radioactivité et de l'usage commercial de l'*énergie* nucléaire.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
1. L'atome a une nature électrique.	• la découverte de l'électron a contribué à la formulation des concepts du quantum et des modèles atomiques, en :
	– expliquant comment la découverte des rayons cathodiques a contribué à l'élaboration des modèles atomiques;
	– expliquant l'expérience de Thomson et l'importance des résultats;
	– dérivant la relation q/m = v/BR, employant le mouvement circulaire et des particules chargées dans les concepts de champs électriques et magnétiques;
	– expliquant l'expérience de Millikan et son importance par rapport à la quantification des charges;
	– établissant le rapport entre l'électron-volt, comme unité d'énergie, et le joule.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
– faire une expérience ou employer des simulations pour déterminer le rapport entre la charge et la masse d'un électron; – déterminer quantitativement la masse d'un électron et/ou d'un ion, étant données les données empiriques nécessaires;	• comprenant et expliquant comment les progrès technologiques et les preuves expérimentales ont contribué à la formulation de modèles atomiques; et en déterminant le rapport entre la charge et la masse d'un électron, et la masse d'un électron et/ou d'un ion, étant données les données empiriques nécessaires, dans le contexte : – d'analyser comment l'identification de l'électron et de ses caractéristiques est un exemple de l'interaction des sciences et de la technologie; OU – d'évaluer comment, dans les processus scientifiques, les découvertes échappent souvent aux chercheurs qui ne réussissent pas à identifier et/ou à interpréter correctement les preuves (par exemple, rayons X); OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
2. L'effet photoélectrique exige l'adoption du modèle photonique de la lumière.	• le concept de quantum est nécessaire pour expliquer adéquatement certains phénomènes naturels, en : – expliquant la nécessité pour Planck d'introduire le concept de quantum d'énergie pour expliquer adéquatement la radiation des corps noirs; – définissant le photon comme un quantum de radiation électromagnétique; – décrivant comment Hertz a découvert l'effet photoélectrique alors qu'il examinait les ondes électromagnétiques; – expliquant l'effet photoélectrique en fonction de l'intensité et de la longueur d'onde de la lumière incidente et du matériel de surface; – évaluant les hypothèses faites par Einstein pour expliquer l'effet photoélectrique; – définissant le seuil de fréquence comme la fréquence minimale engendrant l'effet photoélectrique et la fonction de travail comme l'énergie liant un électron à une surface photoélectrique; – expliquant le rapport entre l'énergie cinétique d'un photoélectron et la tension de blocage; – employant quantitativement l'équation d'Einstein pour décrire l'émission photoélectrique; – décrivant l'effet photoélectrique comme un phénomène qui corrobore la notion de dualité onde-particule de la radiation électromagnétique;

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :* • comprenant que le concept de quantum est nécessaire pour expliquer adéquatement certains phénomènes naturels; décrivant l'effet photoélectrique comme un phénomène qui corrobore la notion de dualité onde-particule de la radiation électromagnétique; et en faisant une étude empirique de l'effet photoélectrique, dans le contexte :
– faire une expérience pour montrer l'effet photoélectrique et interpréter les données obtenues; – prédire et vérifier l'effet du changement d'intensité et/ou de fréquence de la radiation incidente ou du matériel de la photocathode sur l'émission photoélectrique.	– d'analyser, en termes généraux, le fonctionnement de diverses applications technologiques de l'effet photoelectrique pour résoudre des problèmes pratiques (par exemple, dispositif automatique pour ouvrir une porte, sonnerie d'alarme, posemètre, détecteur de fumée); OU – de discuter de la difficulté d'expliquer l'effet photoélectrique en employant le modèle ondulatoire de la radiation électromagnétique et ainsi de la nécessité d'une nouvelle hypothèse; OU – d'identifier les emplois industriels et scientifiques des rayons X, (par exemple, examen des soudures aux rayons X, analyse de la structure des cristaux); OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	(suite)
	– expliquant la production de rayon X (radiographie) comme un effet photoélectrique inverse, et en prédisant quantitativement la limite de la longueur d'onde courte pour des radiographies produites, à l'aide des données nécessaires;
	– expliquant qualitativement l'effet Compton et l'hypothèse de deBroglie en appliquant aux photons les lois de la mécanique, de la conservation du mouvement et de l'énergie comme exemple de la dualité onde-particule.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
3. La fission et la fusion nucléaires sont les sources d'*énergie* les plus puissantes dans la nature.	• les processus de fission et de fusion nucléaires sont les sources naturelles d'énergie les plus puissantes, en : – employant la notation isotopique pour décrire et identifier les isotopes nucléaires communs, et déterminer le nombre de chaque nucléon d'un atome; – expliquant la nature et le comportement des radiations alpha, bêta et gamma; – écrivant des équations nucléaires pour la désintégration alpha et bêta; – faisant des calculs simples non algorithmiques de demi-vie; – prédisant les particules émises par un noyau à partir de l'examen d'une équation de transmutation; – expliquant qualitativement comment la radiation est absorbée par la matière, et en comparant et en contrastant les effets biologiques des différents types de radiation; – comparant et contrastant les caractéristiques des réactions de fission et de fusion; – expliquant qualitativement l'importance du concept d'équivalence masse-énergie d'Einstein; – rapprochant qualitativement le défaut de masse du noyau à l'énergie dégagée durant les réactions nucléaires.

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que les processus de fission et de fusion nucléaires sont les sources naturelles d'énergie les plus puissantes; décrivant la nature de la radiation particulaire et de la désintégration nucléaire, et expliquant qualitativement l'importance du concept d'équivalence masse-énergie dans les processus de réactions nucléaires; et en analysant des données empiriques de la désintégration nucléaire et en faisant une analyse des risques/bienfaits de l'application de l'énergie nucléaire, dans le contexte :
– employer les ressources de la bibliothèque pour faire des recherches et des rapports sur des scientifiques qui ont contribué à notre compréhension de la structure du noyau;	– d'évaluer la valeur de la recherche nucléaire et particulaire pour la société; OU
– inférer les propriétés des radiations à partir des données expérimentales fournies;	– d'évaluer les applications des phénomènes et technologies de radiation dans la recherche, la médecine, l'agriculture, l'industrie (par exemple, dépistage isotopique, irradiation des aliments); OU
– représenter graphiquement la désintégration radioactive et en interpoler les valeurs de demi-vie;	– d'évaluer les risques et les bienfaits de l'exposition à la radioactivité générale naturelle et à la radioactivité produite artificiellement (par exemple, radiation cosmique sur les passagers aériens, radiographies dentaires); OU
– interpréter des chaines de désintégration nucléaire commune.	– d'évaluer qualitativement les risques et les bienfaits de l'emploi de la fission et/ou de la fusion comme sources commerciales d'énergie en fonction des limites des connaissances scientifiques et de la technologie, et la capacité et la responsabilité qu'a la société, au moyen des sciences et de la technologie, de protéger l'environnement et d'utiliser judicieusement ses ressources naturelles afin d'assurer une qualité de vie pour les générations futures;
– faire une analyse qualitative des risques/bienfaits de l'application de l'énergie nucléaire.	

HABILETÉS	RAPPORTS STS
	(suite)
	OU – d'étudier les exigences et le potentiel des carrières dans le domaine de la physique nucléaire qui sont appuyées sur les besoins et les intérêts de la société; OU – tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	Les élèves seront capables de montrer qu'ils comprennent que :
4. Les niveaux d'*énergie* dans la nature appuient la théorie atomique moderne.	• le modèle de l'atome de Rutherford-Bohr représente une synthèse des concepts classiques et quantiques, en :
	– expliquant qualitativement l'importance des résultats de l'expérience de diffusion de Rutherford en fonction de la nature et du rôle des nucléons, de la grosseur et de la masse du noyau et de celles de l'atome, pour en arriver à la proposition d'un modèle planétaire de l'atome;
	– expliquant pourquoi la théorie de l'électromagnétisme de Maxwell prédit l'échec du modèle planétaire de l'atome;
	– expliquant pourquoi chaque élément a un spectre de raies qui lui est propre, et en comparant et contrastant les caractéristiques des spectres continus et de raies d'émission;
	– expliquant qualitativement les conditions nécessaires pour produire les spectres de raies d'émission et les spectres de raies d'absorption;
	– expliquant les conséquences quantiques des spectres de raies d'absorption et des spectres de raies d'émission, et en déterminant toute variable dans l'équation de Balmer : $1/\lambda = R_H(1/n_f^2 - 1/n_i^2)$
	– expliquant le concept d'«états stationnaires» de Bohr et leur rapport aux spectres de raies des atomes, et en employant le rapport fréquence-longueur d'onde d'un photon émis pour déterminer les différences d'énergie entre les états;
	– expliquant le rapport entre le spectre d'absorption de l'hydrogène et ses niveaux d'énergie;

HABILETÉS	RAPPORTS STS
Les élèves seront capables d'utiliser les habiletés et les processus cognitifs associés à la pratique des sciences, pour :	*Les élèves seront capables de montrer l'interdépendance des sciences, de la technologie et de la société, en :*
	• comprenant que le modèle de Rutherford-Bohr présente une explication limitée de la structure de l'atome et qu'un modèle mathématique offre une explication plus complète des preuves que nous avons des niveaux d'énergie existant dans l'atome; et en observant des spectres de raies et prédisant la transition de l'énergie potentielle dans l'atome, dans le contexte :
– observer les spectres de raies typiques de certains éléments;	– d'examiner et de faire un rapport sur l'emploi de spectres de raies dans l'étude de l'Univers et l'identification de substances;
	OU
– prédire les conditions nécessaires pour produire et observer les spectres de raies d'émission et les spectres de raies d'absorption;	– de décrire la façon dont fonctionnent les lasers en fonction des transitions de niveaux d'énergie et de la résonance;
	OU
– employer un diagramme légendé montrant les niveaux d'énergie pour prédire les transitions d'énergie potentielle dans l'atome d'hydrogène.	– d'examiner et de faire un rapport sur l'application des concepts spectraux à la conception et au fonctionnement de dispositifs d'éclairage (par exemple, lumières de rue, enseignes);
	OU
	– d'analyser comment les concepts quantiques ont conduit à des progrès technologiques qui sont bénéfiques pour la société (par exemple, semi-conducteurs, microscopes électroniques, ordinateurs);
	OU
	– d'examiner et de faire un rapport sur les contributions faites par les scientifiques à l'élaboration de la première théorie quantique (par exemple, Hertz, Planck, Einstein, Bohr, Compton, Davisson, Germer);
	OU
	– tout autre contexte pertinent.

CONCEPTS MAJEURS	CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES
	(suite)
	– décrivant comment l'atome de Bohr peut servir à prédire l'énergie d'ionisation de l'hydrogène et à calculer le rayon de l'atome d'hydrogène;
	– décrivant comment le modèle de Rutherford-Bohr a été encore plus raffiné à l'aide des concepts quantiques pour ainsi devenir un modèle purement mathématique basé sur la probabilité et les ondes;
	– comparant et contrastant qualitativement les modèles de l'atome de Rutherford, de Bohr et le modèle quantique de l'atome.

D. RESSOURCES DE BASE

PHYSIQUE 20 et PHYSIQUE 30

Martindale, David G., Robert W. Heath et Philip C. Eastman. *Fundamentals of Physics*. Combined edition. Toronto, ON: D.C. Heath Canada Ltd., 1992.

ISBN 0669953415

Zitzewitz, Paul W., Mark Davids et Robert F. Neff. *Physics : Principles and Problems*. Canadian edition. Toronto, ON: Maxwell Macmillan Canada Inc., 1992.

ISBN 0029541255

BEST COPY AVAILABLE